

## 明細書

## 情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置

## 5 技術分野

本発明は、例えば微小なプローブ等の記録読取素子を用いて、情報記録媒体に情報を記録し、又は情報記録媒体に記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置に関する。

## 10 背景技術

一般に、情報の高密度・大容量記録を可能とする情報記録再生装置として、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、ハードディスク駆動装置（HDD）などが普及している。しかし、情報利用の要求は高まる一方であり、より小さな領域に、より多くの情報を記録し、さらなる大容量記録を可能とする情報記録

## 15 再生装置が求められている。

このような状況の下、高密度・大容量記録を実現可能な技術として、走査型プローブ顕微鏡法（S P M : S c a n n i n g P r o b e M i c r o s c o p e）を適用した情報記録再生装置の開発が行われている。この情報記録再生装置によれば、理論的には、6.45平方センチメートル（1平方インチ）

## 20 あたり1テラビットを超える超高密度記録が可能である。

例えば、走査型非線形誘電率顕微鏡法（S N D M : S c a n n i n g N o n l i n e a r D i e l e c t r i c M i c r o s c o p y）を適用した情報記録再生装置は、半径が十ナノメートルオーダーの先端部を有するプローブを備え、記録媒体として強誘電体材料を用いる。情報の記録は、プローブから強誘電体材料に抗電界以上の電界を印加し、強誘電体材料に所定方向の分極方向を有する分極ドメインを形成することによって行う。また、情報の再生は、プローブ直下の強誘電体材料の容量とインダクタにより形成される共振回路の共振周波数で発振する発振信号の周波数変動に基づいて、強誘電体材料の分

極状態を検出することによって行う。

また、十ナノメートルスケールの先端部を有するカンチレバーを備え、記録媒体としてポリマーフィルムを用いる SPM 記録再生装置も開発されている。

かかる装置では、カンチレバーの先端部を熱し、その熱によりポリマーフィルムに微小なマークを付けることによって情報を記録する。

さらに、このような情報記録再生装置においては、情報の記録密度の増加及び記録情報の大容量化に伴い、情報の記録・読み取り速度を高めることが要求される。そこで、多数のプローブ又は多数のカンチレバーを配列した情報記録読み取りヘッドが開発されている。かかる情報記録読み取りヘッドによれば、記録すべき情報を、多数のプローブ又はカンチレバーに同時に印加し、情報記録媒体の記録面の複数の部位に同時に情報を書き込むことにより、情報の記録速度を高めることができる。また、情報記録媒体の記録面の複数の部位に記録された情報を、多数のプローブ又はカンチレバーを介して同時に読み取ることにより、情報の読み取り速度を高めることができる。

15

#### 発明の開示

ところで、SPMないしSNOM等を適用した情報記録再生装置において、情報記録読み取りヘッドに設けられた多数のプローブ又はカンチレバーは、超高密度記録を実現するために、きわめて微細であり、寸法精度及び集積度が高い。

そこで、これらのプローブ又はカンチレバーの製造は、例えば、シリコン材料にエッティング処理を施してマイクロメートルオーダーの造形・材料加工を行うマイクロマシニング技術や、SPMの技術によって原子・分子を操作してナノメートルオーダーの造形・材料加工を行うナノマシニング技術を用いて行われる。

しかし、1つのヘッド基板に形成されるプローブ又はカンチレバーの数が多く、集積度が高い上、寸法精度・各プローブ又は各カンチレバーの均一性などの要請が厳しいため、このような情報記録読み取りヘッドの製造においては、歩留まりを良くすることが難しい。例えば、多数のプローブのうち、たった1個の

プローブに寸法誤差が生じただけで、その不良プローブを含むヘッド基板全体が不良品となってしまうとすれば、歩留まりを良くすることは容易でなく、そのため、製造コストが増大してしまう。

一方、多数のプローブ又はカンチレバーを配した情報記録読取ヘッドを用いて、ディスク状の情報記録媒体に情報を記録し、又はこのような情報記録媒体に記録された情報を再生する場合には、情報記録媒体が1回転する度に、情報記録読取ヘッドをトラックジャンプさせなければならない。このため、情報の記録・読取速度を向上することができない。この結果、多数のプローブ又はカンチレバーを配して情報の記録・読取速度を高めるという目的が損なわれてしまう。

また、SPMないし SNDMを適用した情報記録再生装置においては、情報の記録密度及び情報の記録・再生速度を高める要請だけでなく、情報の記録・再生精度を高める要請もある。単に、微小なプローブ又はカンチレバーの数を増やし、多数のプローブ又はカンチレバーを同時に用いて、情報の記録・再生をいっぺんに行うのみでは、情報の記録・再生精度を高めることはできない。情報の記録密度及び情報の記録・再生速度を高めながら、情報の記録・再生精度をも向上させうる新たな技術が求められるところである。

さらに、かかる情報記録読取ヘッドにおいては、ヘッド基板上に設けられた各プローブ又は各カンチレバーに接続するための信号線を、当該ヘッド基板上に形成する必要がある。しかし、プローブ又はカンチレバーの数が多いため、信号線の数も多くなり、信号線の配置設計・形成・パターンニング等が容易でなく、また、信号線の形成に要する基板スペースが増大し、その確保が難しい。さらには、信号線が長くなり、また、信号線同士が接近するので、ノイズがのりやすくなる。

本発明は上記に例示したような問題点に鑑みなされたものであり、本発明の第1の課題は、複数のプローブ又はカンチレバー等の記録読取素子を配する構成であっても、歩留まりを良くすることができる情報記録読取ヘッドを提供することにある。

また、本発明の第2の課題は、複数の記録読取素子を配する構成であっても、記録読取素子に接続する信号線の配置設計・形成等を容易又は効率よく行うことができる情報記録読取ヘッドを提供することにある。

さらに、本発明の第3の課題は、複数の記録読取素子を有する情報記録読取ヘッドを用いて、情報の記録再生速度の向上と情報の記録再生精度の向上を調和よく実現することができる情報記録読取ヘッド、情報記録再生装置を提供することにある。

上記課題を解決するために本発明に係る一の情報記録読取ヘッドは、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さに対する前記直線ABの長さの比をηとし、前記直線ACを底辺としたときの前記平行四辺形の高さをHとすると、

$$20 \quad H = \eta \cdot P$$

なる関係が成立するように、前記支持部に配置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録読取ヘッドは、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置

をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さをLとし、前記直線ACと前記直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とすると、

5  $L \cdot \sin \alpha = P$

なる関係が成立するように、前記支持部に配置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録読取ヘッドは、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さに対する前記直線ABの長さの比を $\eta$ とし、前記直線ACを底辺としたときの前記平行四辺形の高さをHとすると、

$$H = m \cdot \eta \cdot P \quad (\text{ただし、} m \text{は自然数})$$

20 なる関係が成立するように、前記支持部に配置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録読取ヘッドは、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CD

D とが平行で、かつ、A 及び C を結ぶ直線 A C と B 及び D を結ぶ直線 B D とが平行の平行四辺形が形成され、前記直線 A C の長さを L とし、前記直線 A C と前記直線 C D とのなす角 A C D を  $\alpha$  とすると、

$$L \cdot \sin \alpha = m \cdot P \quad (\text{ただし、} m \text{ は自然数})$$

5 なる関係が成立するように、前記支持部に配置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録読取ヘッドは、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録

10 媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る 3 個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも 3 個の記録読取素子は、それら 3 個の記録読取素子のうちの 2 個の記録読取素子の記録読取端部を 1 のトラック上に位置決めしたときに、前記 3 個の記録読取素子のうちの残りの 1 個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配

15 置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録読取ヘッドは、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録

20 媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る 4 個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも 4 個の記録読取素子は、それら 4 個の記録読取素子のうちの 2 個の記録読取素子の記録読取端部を 1 のトラック上に位置決めしたときに、前記 4 個の記録読取素子のうちの残りの 2 個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配

25 置されている。

上記課題を解決するために本発明に係る一の情報記録再生装置は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持さ

れ、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る2個以上の記録讀取素子とを備え、前記記録讀取素子のうち、少なくとも2個の記録讀取素子は、それらの記録讀取端部が1のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報記  
5 錄讀取ヘッドと、前記情報を前記2個の記録讀取素子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して前記情報記録媒体のトラックに記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える信号印加手段と、前記信号印加手段によって前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を前記2個の記録讀取素子のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る情報讀取手段とを備えている。  
10

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録再生装置は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る3個以上の記録讀取素子とを備え、前記記録讀取素子のうち、少なくとも3個の記録讀取素子は、それら3個の記録讀取素子のうちの2個の記録讀取素子の記録讀取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記3個の記録讀取素子のうちの残りの1個の記録讀取素子の記録讀取端部が他のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報記録讀取ヘッドと、前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して前記1のトラックに記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える第1信号印加手段と、前記第1信号印加手段によって前記1のトラックに記録された前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る情報讀取手段と、前記情報讀取手段により読み取られた前記情報に基づいて、前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段と、前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われていないときには、前記情  
15  
20  
25

報を前記残りの 1 個の記録読取素子を介して前記 1 のトラックに再び記録するために、前記情報に対応した信号を当該残りの 1 個の記録読取素子に加える第 2 信号印加手段とを備えている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録再生装置は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る 4 個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも 4 個の記録読取素子は、それら 4 個の記録読取素子のうちの 2 個の記録読取素子の記録読取端部を 1 のトラック上に位置決めしたときに、前記 4 個の記録読取素子のうちの残りの 2 個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配置されている情報記録読取ヘッドと、前記情報の一部を前記 1 のトラック上に位置する前記 2 個の記録読取素子のうちいずれか一方の記録読取素子を介して前記 1 のトラックに記録するために、前記情報の一部に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第 1 信号印加手段と、前記第 1 信号印加手段によって前記 1 のトラックに記録された前記情報の一部を前記 1 のトラック上に位置する前記 2 個の記録読取素子のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る第 1 情報読取手段と、前記情報の他の一部を前記他のトラック上に位置する前記 2 個の記録読取素子のうちいずれか一方の記録読取素子を介して前記他のトラックに記録するために、前記情報の他の一部に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第 2 信号印加手段と、前記第 2 信号印加手段によって前記他のトラックに記録された前記情報の他の一部を前記他のトラック上に位置する前記 2 個の記録読取素子のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る第 2 情報読取手段とを備えている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報記録再生装置は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、

前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読み取素子とを備え、前記記録読み取素子のうち、少なくとも4個の記録読み取素子は、それら4個の記録読み取素子のうちの2個の記録読み取素子の記録読み取端部を1のトラック上に位置

5 決めしたときに、前記4個の記録読み取素子のうちの残りの2個の記録読み取素子の記録読み取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配置されている情報記録読み取ヘッドと、前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録読み取素子のうちいずれか一方の記録読み取素子を介して前記1のトラックに記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録読み取素子に加

10 える第1信号印加手段と、前記第1信号印加手段によって前記1のトラックに記録された前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録読み取素子のうちの他方の記録読み取素子を介して直ちに読み取る情報読み取手段と、前記情報読み取手段により読み取られた前記情報に基づいて、前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段と、前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われていないときには、前記情報を前記残りの2個の記録読み取素子のうちのいずれか一方の記録読み取素子を介して前記1のトラックに再び記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録読み取素子に加える第2信号印加手段と、前記第2信号印加手段により記録すべき前記情報の、前記1のトラック上における記録位置を、前記残りの2個の記録読み取素子のうちの他方の記録読み取素子を介して検出する記録位置検出手段とを備えている。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報再生装置は、情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る2個以上の読み取素子とを備え、前記読み取素子のうち、少なくとも2個の読み取素子は、それらの読み取端部が1のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報読み取ヘッドと、前記2個の読み取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、

当該同一の情報に対応する 2 個の読み取信号を取得する信号読み取手段と、前記信号読み取手段により取得した 2 個の読み取信号を、前記 2 個の読み取素子の読み取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段と、前記信号加算手段により加算された読み取信号に基づいて前記情報を再生する再生手段とを備えている。  
5 る。

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報再生装置は、情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る 2 個以上の読み取素子とを備え、前記読み取素子のうち、少なくとも 2 個の読み取素子は、それらの読み取端部が 1 のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報読み取ヘッドと、前記 2 個の読み取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する 2 個の読み取信号を取得する信号読み取手段と、前記信号読み取手段により取得した 2 個の読み取信号のうち、いずれか一方を選択する信号選択手段と、前記信号選択手段により選択された読み取信号に基づいて前記情報を再生する再生手段とを備えている。  
10  
15

上記課題を解決するために本発明に係る他の情報再生装置は、情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る 2 個以上の読み取素子とを備え、前記読み取素子のうち、少なくとも 2 個の読み取素子は、それらの読み取端部が 1 のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報読み取ヘッドと、前記 2 個の読み取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する 2 個の読み取信号を取得する信号読み取手段と、前記信号読み取手段により取得された 2 個の読み取信号のレベルが、いずれも所定レベルに達しているときには、これら 2 個の読み取信号を、前記 2 個の読み取素子の読み取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段と、前記信号読み取手段により取得された 2 個の読み取信号のうち、いずれか一方又は双方の読み取信号  
20  
25

のレベルが所定レベルに達していないときには、当該2個の読み取り信号のうちレベルが高い方の読み取り信号を選択する信号選択手段と、前記信号加算手段により加算された読み取り信号、又は、前記信号選択手段により選択された読み取り信号に基づいて前記情報を再生する再生手段とを備えている。

5 本発明のこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施例から明らかにされる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1及び第2実施形態に係る情報記録読み取りヘッドに配された記録読み取り素子の記録読み取り端部の位置を示す説明図である。

図2は、本発明の第3及び第4実施形態に係る情報記録読み取りヘッドに配された記録読み取り素子の記録読み取り端部の位置を示す説明図である。

図3は、本発明のプローブ配列中に正方形の格子が形成された場合を示す説明図である。

15 図4は、本発明の第1ないし第4実施形態に係る情報記録読み取りヘッドの変形形態の具体例を示す説明図である。

図5は、本発明の第5実施形態に係る情報記録読み取りヘッドに配された記録読み取り素子の記録読み取り端部の位置を示す説明図である。

20 図6は、本発明の第6実施形態に係る情報記録読み取りヘッドに配された記録読み取り素子の記録読み取り端部の位置を示す説明図である。

図7は、本発明の第7実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示す説明図である。

図8は、本発明の第8実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示す説明図である。

25 図9は、本発明の第9実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示す説明図である。

図10は、本発明の第10実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示す説明図である。

図 1 1 は、本発明の第 1 1 実施形態に係る情報再生装置の構成を示す説明図である。

図 1 2 は、本発明の第 1 2 実施形態に係る情報再生装置の構成を示す説明図である。

5 図 1 3 は、本発明の第 1 3 実施形態に係る情報再生装置の構成を示す説明図である。

図 1 4 は、本発明の実施例に係る情報記録再生装置の構成を示す回路図である。

10 図 1 5 は、本発明の実施例に係る情報記録讀取ヘッドに配されたプローブの位置を示す説明図である。

図 1 6 は、本発明の実施例に係る情報記録再生装置における記録処理回路の内部構成を示すブロック図である。

図 1 7 は、本発明の実施例に係る情報記録再生装置における再生処理回路の内部構成を示すブロック図である。

15 図 1 8 は、本発明の情報記録讀取ヘッドの他の実施例を示す平面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

##### (第 1 実施形態)

20 本発明の第 1 実施形態について図 1 を参照して説明する。図 1 は本発明の第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係る情報記録讀取ヘッドに配された記録讀取素子の記録讀取端部の位置を示している。図 1 において、太い斜線はそれぞれ情報記録媒体のトラック Tr 1 ないし Tr 6 を示しており、A、B、C、D はそれぞれ記録讀取素子の記録讀取端部の位置を示している。なお、図 1、及び、  
25 以下、本発明の実施形態の説明で用いる図 2 ないし図 1 3 は、本発明の実施形態に係る構成要素等を、その技術思想を説明する限りにおいて具体化したものであり、各構成要素等の形状、大きさ、位置などはこれに限定されるものではない。

本発明の第1実施形態に係る情報記録読取ヘッド（以下、これを「第1の情報記録読取ヘッド」という。）は、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドである。

5 ここで、例えばディスク状の媒体に螺旋形状で形成されるトラックは、円弧状であって直線ではない。しかし、ディスク状媒体の径は、A、B、C、D相互間の距離と比較して非常に大きいので、トラックを直線と解することが可能である。そこで、以下の説明は、媒体のトラックがこのような円弧状である場合でも、これを直線と解して説明する。

10 また、ここでいう情報には、例えば、音声データ、画像データ、映像データ、文書データ、コンピュータプログラムなど、主として符号化の可能なあらゆる情報が含まれる。また、情報記録媒体には、光記録媒体、磁気記録媒体、光磁気記録媒体、相変化記録媒体、強誘電体記録媒体、近接場記録光媒体などが含まれる。

15 第1の情報記録読取ヘッドは、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備えている。

支持部は、記録読取素子を固定できる部材であれば何でもよいが、記録読取素子を微細に形成し、多数の記録読取素子を微細な領域に高い集積度で配置する場合には、例えば、シリコン基板などを用いることが望ましい。

記録読取素子は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る部材であれば、何でもよく、これには、例えば、半導体レーザ素子、磁気抵抗素子、記録媒体に熱を加える構成のプローブ、記録媒体に電界を印加する構成のプローブ等が含まれる。また、プローブの構成も限定されず、例えば、カーボンナノチューブを用いた棒状のプローブであっても、片持ち梁とその先端部に形成された突起とを備えたカンチレバーであってもよい。

図1に示すように、支持部に設けられた複数の記録読取素子のうち、少なく

とも 4 個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置を A、B、C、D とすると、A 及び B を結ぶ直線 A B と C 及び D を結ぶ直線 C D とが平行で、かつ、A 及び C を結ぶ直線 A C と B 及び D を結ぶ直線 B D とが平行の平行四辺形が形成され、直線 A C の長さに対する直線 A B の長さの比を  $\eta$

5 とし、直線 A C を底辺としたときの平行四辺形の高さを H とすると、

$$H = \eta \cdot P \quad (1)$$

なる関係が成立するように、支持部に配置されている。

少なくとも 4 個の記録読取素子にこのような配置関係を持たせることによつて、これらの記録読取素子の記録読取端部（例えば、プローブの先端部）を、

10 図 1 に示すように、情報記録媒体のトラック上に位置させることが可能となる。すなわち、4 個の記録読取素子のうち、2 個の記録読取素子の記録読取端部（A、B）を 1 のトラック（Tr 4）上に位置させ、残りの 2 個の記録読取素子の記録読取端部（C、D）を当該 1 のトラックに隣接している他のトラック（Tr 3）上に位置させることができる。

15 このことは、以下の計算によって裏付けることができる。すなわち、図 1 に示すように、4 個の記録読取素子のうち、2 個の記録読取素子を、それらの記録読取端部（A、B）が 1 のトラック（Tr 4）上に重なるように配置し、残りの 2 個の記録読取素子を、それらの記録読取端部（C、D）が 1 のトラックに隣接する他のトラック（Tr 3）上に重なるように配置する。そして、4 個 20 の記録読取端部の位置 A、B、C、D が、直線 A B と直線 C D とが平行で、かつ、直線 A C と直線 B D とが平行の平行四辺形をなすように配置する。この場合、直線 A C と直線 C D とのなす角を  $\alpha$  とし、直線 A C の長さを L とすると、

トラックピッチは P なので、

$$L \cdot \sin \alpha = P \quad (2)$$

25 なる関係が成立する。さらに、直線 A B (= 直線 C D) の長さを K とし、直線 A C を底辺とした場合の平行四辺形の高さ H とすると、

$$K \cdot \sin \alpha = H \quad (3)$$

なる関係が成立する。そして、数式 (2) と数式 (3) より、 $\alpha$  を消去し、直

線ACの長さLに対する直線ABの長さKの比 (K/L) を $\eta$ とすると、上記  
数式 (1) が成立する。

このように、少なくとも4個の記録読取素子のうち、2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラックに位置させ、残りの2個の記録読取素子の記録読取端部を他のトラックに位置させることにより、情報の記録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現することができる。すなわち、少なくとも2個の記録読取素子のうちの一方の記録読取端部を1のトラック上に位置させ、他方の記録読取端部を他のトラック上に位置させることによって、2個のトラックに同時に情報を記録することができ、又は2個のトラックに記録された情報を同時に読み取ることができる。これにより、単一のトラックのみに対して情報の記録・再生を行う場合と比較して、情報の記録・再生速度を高めることができる。一方、少なくとも2個の記録読取素子の双方の記録読取端部を同一のトラック上に位置させることにより、一方の記録読取素子で情報の記録を行い、同時に、この記録した情報を、他方の記録読取素子で直ちに読み取ることができる。そして、例えば、他方の記録読取素子で読み取った情報に基づいて、一方の記録読取素子による記録が正しく行われたか否かを確認し、記録が正しく行われていなかったときには、再度、同一の情報を記録する構成とすれば、情報の記録精度を高めることができる。また、少なくとも2個の記録読取素子の双方の記録読取端部を同一のトラック上に位置させることにより、同一トラック上に記録された情報を2個の記録読取素子を介して同時に（連続的に）読み取ることができる。そして、2個の記録読取素子で読み取った2個の信号（例えば情報に対応するパルス信号）を、両者間の時間差を調整した上で加算する構成とし、又は、2個の記録読取素子で読み取った信号のうちレベルが高い方の信号を選択する構成とすれば、情報の再生精度を高めることができる。第1の情報記録読取ヘッドによれば、少なくとも2個の記録読取素子の記録読取端部がそれぞれ1のトラックと他のトラックに位置し、かつ、少なくとも2個の記録読取素子の記録読取端部がそれぞれ同一のトラック上に位置するので、情報の記録再生速度の向上と、情報の記録再生精度の向上とを同時に

実現することができ、情報記録再生の性能を調和的に高めることができる。

また、同一のトラックについて複数の記録読取素子が割り当てられるので、これらの記録読取素子の一部に製造上の不良や、経時劣化による故障が生じても、他の記録読取素子を介して情報の記録・読取を十分に行うことができる。

5 したがって、情報記録読取ヘッドの製造時において、情報読取素子の一部に不良があつても、他の正常な情報読取素子によって製品としての品質に問題がなければ、これを良品として取り扱うことができる。これにより、歩留まりを良くすることができる。また、経時劣化により記録読取素子の一部に故障が生じても、他の記録読取素子が正常であれば、結果的にみて、情報の記録再生動作

10 に支障がない。したがって、情報記録読取ヘッドの耐久性を高め、寿命を延ばすことができる。

なお、図1は、説明の便宜上、4個の記録読取素子の記録読取端部の位置を示しているが、第1の情報記録読取ヘッドの支持部に配する記録読取素子の総数は4個に限られない。例えば、9個の情報読取素子を設け、それらの記録読取端部が、3個のトラック上に3個ずつ位置するように配置してもよい。また、16個の情報読取素子を設け、それらの記録読取端部が、4個のトラック上に4個ずつ位置するように配置してもよい。また、16個の情報読取素子を設け、それらの記録読取端部が、8個のトラック上に2個ずつ位置するように配置してもよいし、2個のトラック上に4個ずつ位置するように配置してもよい。さらには、 $32 \times 32$ 個の記録読取素子を設けてもよいし、 $128 \times 128$ 個の記録読取素子を設けてもよい。もっとも、このように多数の記録読取素子を設けた場合、すべての記録読取素子の記録読取端部が、常に、それぞれ1又は複数のトラック上に位置する構成でなくてもよい。例えば、16個中の12個の記録読取素子の記録読取端部が複数のトラック上に位置し、残り4個の記録読取素子がトラック間やトラック外に位置する場合であつてもよい。同様に、本実施形態の説明に用いた例では、4個の記録読取素子が、必ずしも多数の素子のうちの最近接の4個である必要はない。

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態について図1を参照して説明する。本発明の第2実施形態に係る情報記録再生ヘッド（以下、これを「第2の情報記録読取ヘッド」という。）は、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備えている。そして、これら記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、直線ACの長さをLとし、直線ACと直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とすると、

$$L \cdot \sin \alpha = P \quad (4)$$

なる関係が成立するように、支持部に配置されている。

少なくとも4個の記録読取素子にこのような配置関係を持たせることによつても、これらの記録読取素子の記録読取端部を、図1に示すように、情報記録媒体のトラック上に位置させることが可能となる。したがって、情報の記録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現することができる。また、同一のトラックについて複数の記録読取素子が割り当てられるので、上述した第1の情報記録読取ヘッドの場合と同様に、歩留まりを良くすることができ、情報記録読取ヘッドの耐久性を高めることができる。なお、支持部に配する記録読取素子の総数が4個に限られないことは、上述した第1の情報記録読取ヘッドの場合と同様である。

### （第3実施形態）

本発明の第3実施形態について図2を参照して説明する。図2は本発明の第3実施形態及び第4実施形態に係る情報記録読取ヘッドに配された記録読取素子の記録読取端部の位置を示している。

本発明の第3実施形態に係る情報記録読取ヘッド（以下、これを「第3の情

報記録読取ヘッド」という。) は、トラックピッチが P のトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る 4 個以上の記録読取素子とを備えている。そして、これら記録読取素子のうち、少なくとも 4 個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置を A、B、C、D とする 5 と、A 及び B を結ぶ直線 A B と C 及び D を結ぶ直線 C D とが平行で、かつ、A 及び C を結ぶ直線 A C と B 及び D を結ぶ直線 B D とが平行の平行四辺形が形成 10 され、直線 A C の長さに対する前記直線 A B の長さの比を  $\eta$  とし、直線 A C を底辺としたときの平行四辺形の高さを H とすると、

$$H = m \cdot \eta \cdot P \quad (\text{ただし、 } m \text{ は自然数}) \quad (5)$$

なる関係が成立するように、支持部に配置されている

少なくとも 4 個の記録読取素子にこのような配置関係を持たせることによつ 15 て、これらの記録読取素子の記録読取端部 (例えば、プローブの先端部) を、 図 2 に示すように、情報記録媒体のトラック上に位置させることが可能となる。 すなわち、4 個の記録読取素子のうち、2 個の記録読取素子の記録読取端部 (A、B) を 1 のトラック (Tr 5) 上に位置させ、残りの 2 個の記録読取素子の記録読取端部 (C、D) を他のトラック (Tr 2) 上に位置させることができ 20 る。なお、図 2 は、m を 3 とした場合の例であるが、m に任意の自然数を 設定することにより、互いに異なるトラック上に位置する 2 個の記録読取素子 の記録読取端部の離間距離を任意に設定することができる。

このような構成を有する第 3 の情報記録読取ヘッドによつても、情報の記 25 録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現するこ ができる。また、同一のトラックについて複数の記録読取素子が割り当てられ るので、上述した第 1 又は第 2 の情報記録読取ヘッドの場合と同様に、歩留ま りを良くすることができ、情報記録読取ヘッドの耐久性を高めることができる。 さらに、第 3 の情報記録読取ヘッドによれば、m に任意の自然数を設定するこ

とにより、互いに異なるトラック上に位置する、2個の記録讀取素子の記録讀取端部の離間距離を任意に設定することができるので、記録讀取ヘッドの設計・製造上の都合や、記録・再生方式の都合に適合するように、記録讀取素子の配置を自由に設定することができる。なお、支持部に配する記録讀取素子の総数が4個に限られないことは、上述した第1又は第2の情報記録讀取ヘッドの場合と同様である。

(第4実施形態)

本発明の第4実施形態について図2を参照して説明する。本発明の第4実施形態に係る情報記録再生ヘッド(以下、これを「第4の情報記録讀取ヘッド」という。)は、トラックピッチがPのトラックを有する情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録讀取ヘッドであって、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る4個以上の記録讀取素子とを備えている。そして、これら記録讀取素子のうち、少なくとも4個の記録讀取素子は、それぞれの記録讀取素子の記録讀取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、直線ACの長さをLとし、直線ACと直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とすると、

$$20 \quad L \cdot \sin \alpha = m \cdot P \quad (\text{ただし、} m \text{は自然数}) \quad (6)$$

なる関係が成立するように、支持部に配置されている。

このような構成を有する第4の情報記録讀取ヘッドによっても、情報の記録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現することができると共に、上述した第1ないし第3の情報記録讀取ヘッドの場合と同様に、歩留まりを良くすることができ、情報記録讀取ヘッドの耐久性を高めることができる。さらに、第4の情報記録讀取ヘッドによれば、記録讀取ヘッドの設計・製造上の都合や、記録・再生方式の都合に適合するように、記録讀取素子の配置を自由に設定することができる。なお、支持部に配する記録讀取素子

の総数が4個に限られないことは、上述した第1ないし第3の情報記録読取ヘッドの場合と同様である。

(情報記録読取ヘッドの変形態様)

さらに、上述した第1ないし第4のいずれかの情報記録読取ヘッドにおいて、

5 少なくとも4個の記録読取素子を、直線ACの長さをLとし、直線CDの長さをKとすると、

$$(n^2 \cdot K^2 / L^2) + (H^2 / K^2) \neq 1 \quad (n \text{ は自然数}) \quad (7)$$

なる関係が成立するように、支持部に配置する構成としてもよい。

10 このような構成とすれば、情報記録読取ヘッドの支持部に設けられた複数の記録読取素子の配列に、正方形の格子が形成されるのを防止することができる。

以下、上記数式(7)が成立することにより、記録読取素子の配列に、正方形の格子が形成されるのを防止できる理由を図3及び図4を参照して説明する。図3及び図4は、支持部に6個の記録読取素子を配した情報記録読取ヘッドであって、記録読取素子として棒状のプローブ（例えばカーボンナノチューブなどにより形成されたもの）を用いた場合の例を示している。図3及び図4は、各プローブを上側から見た場合の図であり、図3及び図4中のA、B、C、D、V、Wは、それぞれ、6個のプローブの先端部（記録読取端部）の位置に対応する。さらに、図3及び図4は、例えば、情報記録読取ヘッドの支持部上に形成されたプローブ電極1aないし1f、及びこれらプローブ電極1aないし1fにそれぞれ接続された信号線2aないし2fをそれぞれ破線で示している。プローブは、プローブ電極1aないし1fにそれぞれ固定され、かつ電気的に接続されている。

そして、図3は、6個のプローブの配置において、上記数式(7)が成立しない場合の具体例を示している。すなわち、図3に示す6個のプローブのうち、25 4個のプローブの先端部の位置A、B、C、Dに着目すると、直線ABと直線CDとが平行で、かつ、直線ACと直線BDとが平行の平行四辺形が形成されている。そして、直線ACの長さをLとし、直線CDの長さをKとし、直線ACと直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とすると、

$$L \cdot \cos \alpha = n K \quad (\text{ただし、 } n \text{ は自然数}) \quad (8)$$

なる関係が成立する（なお、図3はn=1の場合の例を示している。）。さらに、直線ACを底辺とした場合の平行四辺形の高さをHとすると、

$$K \cdot \sin \alpha = H \quad (9)$$

5 なる関係が成立する。上記数式(8)及び数式(9)を用いて、 $\alpha$ を消去すると、

$$(n^2 \cdot K^2 / L^2) + (H^2 / K^2) = 1 \quad (n \text{ は自然数}) \quad (10)$$

が成立する（なお、図3の例ではn=1である。）。プローブ先端部の位置に上記数式(10)が成立すると、プローブの配列中に、正方形の格子が形成される。例えば、図3において、プローブ先端部の位置A、B、D、V、及び、位置A、C、D、Wは、正方形の格子を形成している。プローブの配列中に正方形の格子が形成されると、図3中の信号線2aないし2cを見ればわかるように、プローブ電極への信号線の接続・配置又は信号線のスペース確保が困難となり、また、信号線が長くなってしまうなどの不都合が生じる。

15 一方、図4は、6個のプローブの配置において、上記数式(7)が成立する場合を示している。すなわち、図4に示す6個のプローブは、そのうちの4個のプローブの先端部の位置A、B、C、Dに着目すると、これらの位置により平行四辺形が形成されているが、上記数式(8)は成立せず、上記数式(10)も成立せず、その結果として、上記数式(7)が成立する。上記数式(7)が成立するようにプローブ先端部の位置を決めることにより、プローブの配列中に正方形の格子が形成されにくくなる。これにより、図4中の信号線2aないし2fを見ればわかるように、プローブ電極への信号線の接続・配置及び信号線のスペースを狭くでき、かつ、信号線を短くすることができる。さらに、信号線を短くすることができれば、信号線にのるノイズを軽減することができる。

#### （第5実施形態）

本発明の第5実施形態について図5を参照して説明する。図5は本発明の第5実施形態に係る情報記録読取ヘッドに配された記録読取素子の記録読取端部

の位置を示している。

本発明の第5実施形態に係る情報記録読取ヘッド（以下、これを「第5の情報記録読取ヘッド」という。）は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録  
5 読取ヘッドであって、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る3個以上の記録読取素子とを備えている。そして、これら記録読取素子のうち、少なくとも3個の記録読取素子は、それら3個の記録読取素子のうちの2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、3  
10 個の記録読取素子のうちの残りの1個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、支持部に配置されている。

すなわち、図5に示すように、少なくとも3個の記録読取素子のうち、2個の記録読取素子は、その記録読取端部の位置E、Fが1のトラック（Tr4）上に位置するように配置されている。さらに、残りの1個の記録読取素子は、  
15 その記録読取端部の位置Gが他のトラック（Tr3）上に位置するように配置されている。

このように、少なくとも3個の記録読取素子のうち、2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラックに位置させ、残りの1個の記録読取素子の記録読取端部を他のトラックに位置させることにより、上述した第1ないし第4の情報記録読取ヘッドとほぼ同様に、情報の記録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現することができる。また、同一のトラックについて複数の記録読取素子が割り当てられるので、上述した第1ないし第4の情報記録読取ヘッドの場合と同様に、歩留まりを良くすることができ、情報記録読取ヘッドの耐久性を高めることができる。なお、支持部に配する記録読取  
20 素子の総数は3個に限られない。

#### （第6実施形態）

本発明の第6実施形態について図6を参照して説明する。図6は本発明の第6実施形態に係る情報記録読取ヘッドに配された記録読取素子の記録読取端部

の位置を示している。

本発明の第6実施形態に係る情報記録読取ヘッド（以下、これを「第6の情報記録読取ヘッド」という。）は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又はこのような情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録  
5 読取ヘッドであって、支持部と、この支持部に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備えている。そして、記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それら4個の記録読取素子のうちの2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記4個  
10 の記録読取素子のうちの残りの2個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、支持部に配置されている。

すなわち、図6に示すように、少なくとも4個の記録読取素子のうち、2個の記録読取素子は、その記録読取端部の位置R、Sが1のトラック（Tr4）上に位置するように配置されている。さらに、残りの2個の記録読取素子は、  
15 その記録読取端部の位置T、Uが他のトラック（Tr3）上に位置するように配置されている。なお、これら4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取端部の位置が平行四辺形を形成するように配置されていなくてもよい。

このように、少なくとも4個の記録読取素子のうち、2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラックに位置させ、残りの2個の記録読取素子の記録読取端部を他のトラックに位置させることにより、上述した第1ないし第4の情報記録読取ヘッドと同様に、情報の記録・再生速度の向上と情報の記録・再生精度の向上とを調和よく実現することができる。また、同一のトラックについて複数の記録読取素子が割り当てられるので、上述した第1ないし第5の情報記録読取ヘッドの場合と同様に、歩留まりを良くすることができ、情報記録読取ヘッドの耐久性を高めることができる。なお、支持部に配する記録読取素子の総数が4個に限られないことは、上述した第1ないし第4の情報記録読取ヘッドの場合と同様である。

また、かかる第6の情報記録読取ヘッドにおいて、1のトラック上に位置決

めした 2 個の記録読取素子の記録読取端部の位置 R 及び S を結んだ直線 R S と他のトラックに位置決めした 2 個の記録読取素子を T 及び U を結んだ直線 T U とが平行で、 R 及び T を結んだ直線 R T と S 及び U を結んだ直線 S U とが平行の平行四辺形が形成されるように、前記少なくとも 4 個の記録読取素子を支持部に配置する構成としてもよい。

また、図 5 又は図 6 に示す第 5 又は第 6 の情報記録読取ヘッドにおいては、記録読取素子の記録読取端部がそれぞれ位置する 1 のトラックと他のトラックは互いに隣接している。しかし、本発明はこれに限らず、1 のトラックと他のトラックとが、1 又は複数のトラックを挟んで互いに離れた位置に配置された 10 トラックであってもよい。

(第 7 実施形態)

本発明の第 7 実施形態について図 7 を参照して説明する。図 7 は本発明の第 7 実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示している。

本発明の第 7 実施形態に係る情報記録再生装置（以下、これを「第 1 の情報記録再生装置」という。）は、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置である。なお、記録・再生すべき情報及び情報記録媒体の実施形態は、第 1 実施形態と同様である。

図 7 に示すように、第 1 の情報記録再生装置は、情報記録読取ヘッド 1 1 を備えており、情報記録読取ヘッド 1 1 は、支持部 1 2 と、支持部 1 2 に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る 2 個以上の記録読取素子とを備えている。そして、これら記録読取素子のうち、少なくとも 2 個の記録読取素子 1 3、1 4 は、それらの記録読取端部が 1 のトラック（T r 4）上に位置するように支持部 1 2 に配置されている。なお、図 7 は、記録読取素子 1 3、1 4 として、カーボンナノチューブ等により形成された棒状のプローブを用いた例を示しているが、個々の記録読取素子の形状・構造や、支持部の材料等については、第 1 実施形態と同様に、特に限定されるものではない。このことは、後述の第 2 ないし第

4の情報再生装置（図8ないし図10）についても同様である。

さらに、第1の情報記録再生装置は、情報を2個の記録讀取素子13、14のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して情報記録媒体のトラックに記録するため、情報に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える信号印加手段15と、信号印加手段15によって情報記録媒体のトラックに記録された情報を2個の記録讀取素子13、14のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る情報讀取手段16とを備えている。

例えば、図7に示すように、記録讀取素子13は信号印加手段15に接続されており、信号印加手段15は、情報に対応した信号を記録讀取素子13に加え、当該情報を情報記録媒体のトラックに記録する。また、記録讀取素子14は情報讀取手段16に接続されており、情報讀取手段16は、記録讀取素子13によって情報記録媒体のトラックに記録された情報を、記録讀取素子14を介して直ちに読み取る。これら一連の記録・讀取動作は、例えば、情報記録媒体が情報記録讀取ヘッド11に対して図7中の矢示方向に移動する場合に実現できる。もちろん、情報記録ヘッド11が情報記録媒体に対して図7中の矢示方向と逆の方向に移動する場合でも実現可能である。

記録讀取素子14を介して情報讀取手段16によって読み取られた情報は、例えば、記録讀取素子13を介して信号印加手段15によって記録された情報が正しく記録されているか否かを確認するために用いることができる。そして、もし情報が正しく記録されていないときには、再度、同一の情報を情報記録媒体に記録する構成とすれば、情報の記録精度を高めることができる。一方、記録讀取素子14を介して情報讀取手段16によって読み取られた情報をそのまま再生する構成としてもよい。このような構成とすれば、情報の記録と再生を同時にを行うことができる。

#### 25 (第8実施形態)

本発明の第8実施形態について図8を参照して説明する。図8は本発明の第8実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示している。

本発明の第8実施形態に係る情報記録再生装置（以下、これを「第2の情報

記録再生装置」という。) は、図 8 に示すように、情報記録読取ヘッド 21 を備えており、情報記録読取ヘッド 21 は、支持部 22 と、支持部 22 に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る 3 個以上の記録読取素子とを備えている。そして、

5 これら記録読取素子のうち、少なくとも 3 個の記録読取素子 23、24、25 は、これら 3 個の記録読取素子のうちの 2 個の記録読取素子 23、24 の記録読取端部を 1 のトラック (Tr4) 上に位置決めしたときに、3 個の記録読取素子のうちの残りの 1 個の記録読取素子 25 の記録読取端部が他のトラック (Tr3) 上に位置するように支持部に配置されている。

10 さらに、第 2 の情報記録再生装置は、1 のトラック上に位置する 2 個の記録読取素子 23、24 のうちいずれか一方の記録読取素子を介して情報を 1 のトラックに記録するために、情報に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第 1 信号印加手段 26 と、第 1 信号印加手段 26 によって 1 のトラックに記録された情報を 1 のトラック上に位置する 2 個の記録読取素子 23、24 の 15 うちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る情報読取手段 27 と、情報読取手段 27 により読み取られた情報に基づいて、第 1 信号印加手段 26 による情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段 28 と、第 1 信号印加手段 26 による情報の記録が正しく行われていないときには、残りの 1 個の記録読取素子 25 を介して情報を 1 のトラックに再び記録するために、情報に 20 対応した信号を当該残りの 1 個の記録読取素子 25 に加える第 2 信号印加手段 29 とを備えている。

例えば、図 8 に示すように、記録読取素子 23 は第 1 信号印加手段 26 に接続されており、第 1 信号印加手段 26 は、情報に対応した信号を記録読取素子 23 に加え、当該情報を情報記録媒体の 1 のトラックに記録する。また、記録読取素子 24 は情報読取手段 27 に接続されており、情報読取手段 27 は、記録読取素子 23 によって情報記録媒体の 1 のトラックに記録された情報を、記録読取素子 24 を介して直ちに読み取る。これら一連の記録・読取動作は、例えば、情報記録媒体が情報記録読取ヘッド 21 に対して図 8 中の矢示 X 方向に

移動する場合に実現できる。もちろん、情報記録ヘッド 2 1 が情報記録媒体に  
対して図 8 中の矢示 X と逆の方向に移動する場合でも実現可能である。判定手  
段 2 8 は、情報読み取手段 2 7 により読み取られた情報に基づいて、第 1 信号印  
加手段 2 6 による情報の記録が正しく行われたか否かを判定する。そして、第  
5 1 信号印加手段 2 6 による情報の記録が正しく行われていないときには、第 2  
信号印加手段 2 9 は、正しく記録されなかった情報に対応する信号を記録読み取  
手段 2 5 に印加する。この記録読み取手段 2 5 への信号の印加は、情報記録読み取  
ヘッド 2 1 が情報記録媒体上を図 8 中の矢示 Y 方向に移動し、記録読み取手段 2  
10 5 が 1 のトラック (Tr 4) 上に位置したときに行う。もちろん、情報記録媒  
体が情報記録読み取ヘッド 2 1 に対して図 8 中の矢示 Y と逆の方向に移動し、記  
録読み取手段 2 5 が 1 のトラック (Tr 4) 上に位置したときに印加する構成と  
してもよい。これにより、情報の記録精度を高めることができる。また、トラ  
ックジャンプをせずに情報の再記録を行うことができるので、情報の記録速度  
を高めることができる。

15 (第 9 実施形態)

本発明の第 9 実施形態について図 9 を参照して説明する。図 9 は本発明の第  
9 実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示している。

本発明の第 9 実施形態に係る情報記録再生装置（以下、これを「第 3 の情報  
記録再生装置」という。）は、図 9 に示すように、情報記録読み取ヘッド 3 1 を  
20 備えており、情報記録読み取ヘッド 3 1 は、支持部 3 2 と、支持部 3 2 に支持さ  
れ、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラックに  
記録された情報を読み取る 4 個以上の記録読み取手段とを備えている。そして、  
これら記録読み取手段のうち、少なくとも 4 個の記録読み取手段 3 3 ないし 3 6 は、  
それら 4 個の記録読み取手段のうちの 2 個の記録読み取手段 3 3、3 4 の記録読み取  
25 端部を 1 のトラック (Tr 4) 上に位置決めしたときに、4 個の記録読み取手段  
3 3 ないし 3 6 のうちの残りの 2 個の記録読み取手段 3 5、3 6 の記録読み取端部  
が他のトラック (Tr 3) 上に位置するように、支持部 3 2 に配置されている。  
さらに、第 3 の情報記録再生装置は、情報の一部を 1 のトラック上に位置す

る2個の記録読取素子33、34のうちいずれか一方の記録読取素子を介して1のトラックに記録するために、情報の一部に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第1信号印加手段37と、第1信号印加手段37によって1のトラックに記録された情報の一部を1のトラック上に位置する2個の記録読取素子33、34のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る第1情報読取手段38と、情報の他的一部を他のトラック上に位置する2個の記録読取素子35、36のうちいずれか一方の記録読取素子を介して他のトラックに記録するために、情報の他的一部に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第2信号印加手段39と、第2信号印加手段39によって他のトラックに記録された情報の他的一部を他のトラック上に位置する2個の記録読取素子35、36のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る第2情報読取手段40とを備えている。

例えば、図9に示すように、記録読取素子33は第1信号印加手段37に接続されており、第1信号印加手段37は、情報に対応した信号を記録読取素子33に加え、当該情報を情報記録媒体の1のトラック(Tr4)に記録する。また、記録読取素子34は情報読取手段38に接続されており、情報読取手段38は、記録読取素子33によって1のトラックに記録された情報を記録読取素子34を介して直ちに読み取る。一方、記録読取素子35は第2信号印加手段39に接続されており、第2信号印加手段39は、情報に対応した信号を記録読取素子35に加え、当該情報を情報記録媒体の他のトラック(Tr3)に記録する。また、記録読取素子36は情報読取手段40に接続されており、情報読取手段40は、記録読取素子35によって他のトラックに記録された情報を記録読取素子36を介して直ちに読み取る。そして、第1信号印加手段37及び第1情報読取手段38による記録・読取動作と、第2情報印加手段39及び第2情報読取手段40による記録・読取動作は、同時に行われる。このとき、情報記録媒体は、情報記録読取ヘッド31に対して図9中の矢示方向に移動している。もちろん、情報記録読取ヘッド31が情報記録媒体に対して図9中の矢示と逆方向に移動する構成としてもよい。

そして、例えば、第1情報読取手段38によって読み取られた情報は、第1信号印加手段37によって記録された情報が正しく記録されているか否かを確認するために用いることができる。また、第2情報読取手段40によって読み取られた情報は、第2信号印加手段39によって記録された情報が正しく記録5されているか否かを確認するために用いることができる。そして、もし、いずれか又は双方の情報が正しく記録されていないときには、再度、同一の情報を情報記録媒体に記録する構成とすれば、情報の記録精度を高めることができる。

#### (第10実施形態)

本発明の第10実施形態について図10を参照して説明する。図10は本発10明の第10実施形態に係る情報記録再生装置の構成を示している。

本発明の第10実施形態に係る情報記録再生装置（以下、これを「第4の情報記録再生装置」という。）は、図10に示すように、情報記録読取ヘッド51を備えており、情報記録読取ヘッド51は、支持部52と、支持部52に支持され、情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体のトラック15に記録された情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備えている。そして、これら記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子53ないし56は、それら4個の記録読取素子のうちの2個の記録読取素子53、54の記録読取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、4個の記録読取素子のうちの残りの2個の記録読取素子55、56の記録読取端部が他のトラック上に20位置するように、支持部52に配置されている。

さらに、第4の情報記録再生装置は、情報を1のトラック上に位置する2個の記録読取素子53、54のうちいずれか一方の記録読取素子を介して1のトラックに記録するために、情報に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第1信号印加手段57と、第1信号印加手段57によって1のトラックに記録された情報を1のトラック上に位置する2個の記録読取素子53、54のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る情報読取手段58と、情報読取手段58により読み取られた情報に基づいて、第1信号印加手段57による情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段59と、第1信号印

加手段 5 7 による情報の記録が正しく行われていないときには、情報を残りの 2 個の記録読取素子 5 5、5 6 のうちのいずれか一方の記録読取素子を介して 1 のトラックに再び記録するために、情報に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第 2 信号印加手段 6 0 と、第 2 信号印加手段 6 0 により記録すべき情報の、1 のトラック上における記録位置を、2 個の記録読取素子 5 5、5 6 のうちの他方の記録読取素子を介して検出する記録位置検出手段 6 1 とを備えている。

例えば、図 1 0 に示すように、記録読取素子 5 3 は第 1 信号印加手段 5 7 に接続されており、第 1 信号印加手段 5 7 は、情報に対応した信号を記録読取素子 5 3 に加え、当該情報を情報記録媒体の 1 のトラックに記録する。また、記録読取素子 5 4 は情報読取手段 5 8 に接続されており、情報読取手段 5 8 は、記録読取素子 5 3 によって情報記録媒体の 1 のトラックに記録された情報を、記録読取素子 5 4 を介して直ちに読み取る。これら一連の記録・読み取動作は、情報記録媒体が情報記録読取ヘッド 5 1 に対して図 1 0 中の矢示 X 方向に移動している場合に実現できる。もちろん、情報記録読取ヘッド 5 1 が情報記録媒体に対して図 1 0 中の矢示 X と逆方向に移動する場合でも同様に実現可能である。判定手段 5 9 は、情報読取手段 5 8 により読み取られた情報に基づいて、第 1 信号印加手段 5 7 による情報の記録が正しく行われたか否かを判定する。そして、第 1 信号印加手段 5 7 による情報の記録が正しく行われていないときには、第 2 信号印加手段 6 0 は、正しく記録されなかった情報に対応する信号を記録読取素子 5 5 に印加する。ここで、情報記録読取ヘッド 5 1 は、情報記録媒体に対して図 1 0 中の矢示 Y 方向に移動する。記録読取素子 5 5 への信号の印加は、記録読取素子 5 5 が 1 のトラック (Tr 4) 上に位置したときに行う。もちろん、情報記録媒体が情報記録読取ヘッド 5 1 に対して図 1 0 中の矢示 Y と逆の方向に移動し、記録読取素子 5 5 が 1 のトラック (Tr 4) 上に位置したときに印加する構成としてもよい。このとき、記録位置検出手段 6 1 は、記録読取素子 5 6 を介して、情報を再記録すべき位置を検出する。第 2 信号印加手段 6 0 は、この記録位置検出手段 6 1 の検出結果に基づいて情報を再記録

すべき位置を認識し、情報の再記録を行う。これにより、情報の記録精度を高めることができる。また、トラックジャンプをせずに情報の再記録を行うことができるので、情報の記録速度を高めることができる。

なお、第3又は第4の情報記録再生装置の情報記録讀取ヘッドとして、上述5 した第1ないし第4の情報記録讀取ヘッド（上記変形例を含む）を適用してもよい。

#### （第11実施形態）

本発明の第11実施形態について図11を参照して説明する。図11は本発明の第11実施形態に係る情報再生装置の構成を示している。

10 本発明の第11実施形態に係る情報再生装置（以下、これを「第1の情報再生装置」という。）は、情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置である。なお、記録・再生すべき情報及び情報記録媒体の実施形態は、第1実施形態と同様である。

図11に示すように、第1の情報再生装置は、情報記録讀取ヘッド71を備15 えており、情報讀取ヘッド71は、支持部72と、支持部72に支持され、情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る2個以上の讀取素子とを備えている。そして、これら讀取素子のうち、少なくとも2個の讀取素子73、74は、それらの讀取端部が1のトラック上に位置するように支持部72に配置されている。なお、図11は、讀取素子73及び74として、カーボンナノ20 チューブ等により形成された棒状のプローブを用いた例を示しているが、個々の讀取素子の形状・構造や、支持部の材料等については、第1実施形態と同様に、特に限定されるものではない。このことは、後述の第2及び第3の情報再生装置（図12、図13）についても同様である。

さらに、第1の情報再生装置は、2個の讀取素子73、74により、情報記25 録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する2個の讀取信号を取得する信号讀取手段75と、信号讀取手段75により取得した2個の讀取信号を、2個の讀取素子73、74の讀取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段76と、信号

加算手段 7 6 により加算された読み取信号に基づいて情報を再生する再生手段 7 7 を備えている。

信号読み取手段 7 5 は、同一のトラック上に位置するように配置された少なくとも 2 個の読み取素子 7 3、7 4 を介して、当該トラック上に記録された情報を 5 同時に読み取る。読み取素子 7 3、7 4 は、それぞれ同一トラック上に位置するので、読み取素子 7 3、7 4 により、当該トラック上に記録された同一の情報を読み取ることができる。読み取素子 7 3、7 4 によって読み取られた情報は、それぞれ読み取信号として信号加算手段 7 6 に供給される。信号加算手段 7 6 は、これら 2 個の読み取信号を相互に加算する。これにより、読み取信号のレベル（振 10 幅）が 2 倍になるので、例えば、読み取信号のレベルが何らかのトラブルで小さい場合でも、適切な大きさのレベルを確保できる。ただ、読み取素子 7 3、7 4 は同一トラック上において異なる位置にあるので、読み取素子 7 3 で読み取った読み取信号と読み取素子 7 4 で読み取った読み取信号との間には、時間差が生じる。そこで、信号加算手段 7 6 は、2 個の読み取信号を加算する前に、当該時間差を 15 なくすように、いずれか一方又は双方の読み取信号を補正する。そして、再生手段 7 7 は、信号加算手段 7 6 により加算された読み取信号に基づいて情報を再生する。このように情報の読み取を 2 重又は多重に行い、それによって得られた 2 以上の読み取信号を相互に加算して、読み取信号のレベルを増大させ、その読み取信号に基づいて情報を再生する構成としたから、情報の再生精度を高めることができる。 20

#### （第 1 2 実施形態）

本発明の第 1 2 実施形態について図 1 2 を参照して説明する。図 1 2 は本発明の第 1 2 実施形態に係る情報再生装置の構成を示している。

本発明の第 1 2 実施形態に係る情報再生装置（以下、これを「第 2 の情報再生装置」という。）は、図 1 2 に示すように、情報記録読み取ヘッド 8 1 を備えており、情報読み取ヘッド 8 1 は、支持部 8 2 と、支持部 8 2 に支持され、情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る 2 個以上の読み取素子とを備えている。そして、これら読み取素子のうち、少なくとも 2 個の読み取素子 8 3、8

4は、それらの読み取端部が1のトラック上に位置するように支持部82に配置されている。

さらに、第2の情報再生装置は、2個の読み取素子83、84により、情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、

5 当該同一の情報に対応する2個の読み取信号を取得する信号読み取手段85と、信号読み取手段85により取得した2個の読み取信号のうち、いずれか一方を選択する信号選択手段86と、信号選択手段86により選択された読み取信号に基づいて情報を再生する再生手段87とを備えている。

信号読み取手段85は、同一のトラック上に位置するように配置された少なくとも2個の読み取素子83、84を介して、当該トラック上に記録された情報を同時に読み取る。信号読み取手段85によって読み取られた情報は、それぞれ読み取信号として信号選択手段86に供給される。信号選択手段86は、これら2個の読み取信号のうち、情報再生の基礎とするのに適切な読み取信号を選択する。再生手段87は、信号選択手段86により選択された読み取信号に基づいて情報を再生する。例えば、信号選択手段86において、2個の読み取信号のうち、レベル（振幅）が高い方の読み取信号を選択する構成や、ノイズ成分の少ない読み取信号を選択する構成などを採用すれば、2個の読み取素子のうちの一方の読み取素子による読み取動作にトラブルが生じても、他方の読み取素子により得られた読み取信号に基づいて情報を再生を正しく行うことができる。これにより、情報の再生精度を高めることができる。

#### （第13実施形態）

本発明の第13実施形態について図13を参照して説明する。図13は本発明の第13実施形態に係る情報再生装置の構成を示している。

本発明の第13実施形態に係る情報再生装置（以下、これを「第3の情報再生装置」という。）は、図13に示すように、情報記録読み取ヘッド91を備えており、情報読み取ヘッド91は、支持部92と、支持部92に支持され、情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る2個以上の読み取素子とを備えている。そして、これら読み取素子のうち、少なくとも2個の読み取素子93、9

4は、それらの読取端部が1のトラック上に位置するように支持部92に配置されている。

さらに、第3の情報再生装置は、2個の読取素子93、94により、情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、

- 5 当該同一の情報に対応する2個の読取信号を取得する信号読取手段95と、信号読取手段95により取得された2個の読取信号のレベルがいずれも所定レベルに達しているときには、これら2個の読取信号を、2個の読取素子93、94の読取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段96と、信号読取手段95により取得された2個の読取信号のうち、いずれか一方又は双方の読取信号のレベルが所定レベルに達していないときには、当該2個の読取信号のうちレベルの高い方の読取信号を選択する信号選択手段97と、信号加算手段96により加算された読取信号、又は、信号選択手段97により選択された読取信号に基づいて情報を再生する再生手段98とを備えている。

- 15 信号読取手段95は、同一のトラック上に位置するように配置された少なくとも2個の読取素子93、94を介して、当該トラック上に記録された情報を同時に読み取る。信号読取手段95によって読み取られた情報は、それぞれ読取信号として信号加算手段96に供給されると同時に、これらの読取信号は信号選択手段97にも供給される。

- 20 信号加算手段96は、2個の読取信号のレベルがいずれも所定レベルに達しているときには、両読取信号の時間差を補正した上で、両読取信号を加算する。これにより、読取信号のレベルを増加させることができる。一方、信号選択手段97は、2個の読取信号のうち、いずれか一方又は双方の読取信号のレベルが所定レベルに達していないときには、当該2個の読取信号のうちレベルの高い方の読取信号を選択する。これにより、2個の読取信号のうち、一方又は双方の読取信号のレベルが低くても、できる限り、レベルの高い読取信号を選択し、それを情報再生の基礎として用いることができる。

そして、再生手段98は、信号加算手段96により加算された読取信号、又は、信号選択手段97により選択された読取信号に基づいて情報を再生する。

このような構成を有する第3の情報再生装置によつても、情報の再生精度を高めることができる。

なお、第1ないし第2の情報再生装置に、上述した第1ないし第4の情報記録読取ヘッドを適用してもよい。この場合、第1ないし第4の情報記録読取ヘッドは、少なくとも4個の記録読取素子を有するので、これらを2組に分け、上述した信号読取手段、信号加算手段、信号選択手段、再生手段等を2組設ける構成とすれば、情報の再生精度の向上と同時に、情報の再生速度の向上を図ることができる。

(実施例)

10 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。以下の実施例は、本発明の情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置を、SNDMを適用した情報記録再生装置に適用した例である。

まず、本発明の実施例に係る情報記録再生装置の構成について説明する。

15 図14は、本発明の実施例に係る情報記録再生装置の構成を示している。図14に示すように、本発明の実施例に係る情報記録再生装置100は、情報記録媒体101のトラックに情報を記録し、又は情報記録媒体101のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であり、記録・再生の方式として、SNDMを採用している。

20 情報記録媒体101は、強誘電体材料からなる強誘電体膜101aと、背面電極101bを備えており、全体としてディスク状に形成されている。強誘電体膜101aの表面は記録面101cとなっており、記録面101c上には、同心円状又は螺旋状のトラックが形成されている。また、背面電極101bは、接地されている。

25 情報記録再生装置100は、情報記録読取ヘッド110、記録処理回路140、交流信号発生器112aないし112d、スイッチ113aないし113d、第1インダクタ114aないし114b、コンデンサ115aないし115d、第2インダクタ116、発振器117、FM復調器118、信号検出器119aないし119d、及び、再生処理回路150を備えている。情報記録

読取ヘッド 110 が 4 個のプローブ 131a ないし 131d を有するので、交流信号発生器 112a ないし 112d、スイッチ 113a ないし 113d、第 1 インダクタ 114a ないし 114b、コンデンサ 115a ないし 115d、及び信号検出器 119a ないし 119d は、それぞれ 4 個ずつ設けられている。

5 なお、これらのインダクタ及びコンデンサは、特に部品を使用せず、プローブヘッド（情報記録読取ヘッド）の自己インダクタンスあるいは容量をもって構成してもよい。

次に、情報記録再生装置 100 における情報記録の原理を説明する。なお、説明の便宜上、情報記録読取ヘッド 110 の 4 個のプローブ 131a ないし 131d のうち、プローブ 131a を介して情報を記録する場合を例に挙げる。

まず、記録処理回路 140 は、記録すべき情報に対応する記録信号（パルス信号）を生成する。情報を情報記録媒体 101 に記録するときには、スイッチ 113a が記録処理回路 140 と第 1 インダクタ 114a とを接続するように切り替えられる。これにより、記録処理回路 140 から出力された記録信号は、15 スイッチ 113a 及び第 1 インダクタ 114a を通って、情報記録読取ヘッド 110 のプローブ 131a に供給され、情報記録媒体 101 の強誘電体膜 101a に印加される。これにより、プローブ 131a の先端部と対向する部位の強誘電体膜 101a の分極状態が、記録信号に応じて設定される。このように記録信号の印加が行われるとき、情報記録媒体 101 は、図示しないスピンドルモータ等の駆動により回転しており、かつ、情報記録読取ヘッド 110 は、20 図示しないサーボ制御装置の制御の下で、情報記録媒体 101 の半径方向に移動する。これにより、情報が強誘電体膜 101a の分極状態として情報記録媒体 101 に記録される。

次に、情報記録再生装置 100 における情報再生の原理を説明する。なお、説明の便宜上、情報記録読取ヘッド 110 の 4 個のプローブ 131a ないし 131d のうち、プローブ 131a を介して情報を記録する場合を例に挙げる。

情報を再生するときには、スイッチ 113a が、交流信号発生器 112a と第 1 インダクタ 114a とを接続するように切り替えられる。これにより、交

流信号発生器 112a によって生成された交流信号が、スイッチ 113a 及び第 1 インダクタ 114a を通って、情報記録読取ヘッド 110 のプローブ 131a に供給され、情報記録媒体 101 の強誘電体膜 101a に印加される。これにより、プローブ 131a の先端部に対向する部位の強誘電体膜 101a の静電容量 C が、交流信号の印加によって形成される交番電界及び強誘電体膜 101a の誘電率によって変化する。この静電容量変化の中には、プローブ 131a の先端部に対向する部位の強誘電体膜 101a の分極状態に応じて符号が反転する非線形誘電率成分が含まれている。

発振器 117 は、第 2 インダクタ 116 のインダクタンス L と、強誘電体膜 101a の静電容量 C から構成される L C 共振回路の共振周波数により発振する。したがって、発振器 117 から出力される発振信号の周波数は、静電容量 C の変化に応じて変調される。この発振信号は、FM 復調器 118 により復調され、信号検出器 119a に供給される。

信号検出器 119a は、例えばロックインアンプ回路によって構成されている。信号検出器 119a によって、プローブ 131a の先端部に対向する部位の強誘電体膜 101a の分極状態に応じて符号が反転する非線形誘電率成分が検出される。信号検出器 119a には、交流信号発生器 112a から出力される交流信号が供給されており、非線形誘電率成分の検出の際には、この交流信号が参照信号として用いられる。このようにして検出された非線形誘電率成分が、プローブ 131a の先端部に対向する部位の強誘電体膜 101a の分極状態、すなわち、当該部位の強誘電体膜 101a に記録された情報に対応する。以上のような再生動作が、情報記録媒体 101 の回転と情報記録読取ヘッド 110 の移動と共に行われることにより、情報記録媒体 101 に記録された情報が再生される。

次に、情報記録読取ヘッド 110 の構成について説明する。図 15 は情報記録読取ヘッド 110 に配されたプローブ 131a ないし 131d の先端部の位置を示している（具体的には、プローブ 131a ないし 131d を支持基板 132 を透かして上から見た状態を示している）。図 15 において、太い斜線は

それぞれ情報記録媒体 101 のトラック Tr1～Tr6 を示している。

情報記録読み取りヘッド 110 は、支持基板 132、及び、4 個のプローブ 131a ないし 131d を備えている。支持基板 132 はシリコン材料から形成されている。各プローブ 131a ないし 131d は、カーボンナノチューブにより形成されており、その半径は、数ナノメートルないし数十ナノメートルである。プローブ 131a ないし 131d は、その基端側が支持基板 132 に支持されており、先端側が情報記録媒体 101 に向けて伸びている。情報の記録・再生時において、各プローブ 131a ないし 131d の先端部は、情報記録媒体 101 の記録面 101c に対し、数ナノメートル離れた位置に配置される。

10 プローブ 131a ないし 131d は、それぞれの先端部の位置を A、B、C、D とすると、直線 AB と直線 CD とが平行で、かつ、直線 AC と直線 BD とが平行の平行四辺形が形成され、直線 AC の長さ L に対する直線 AB の長さ K の比を  $\eta$  とし、直線 AC を底辺としたときの平行四辺形の高さを H とし、トラックピッチを P とすると、

$$15 \quad H = \eta \cdot P \quad (11)$$

なる関係が成立するように、支持基板 132 に配置されている。また、直線 AC と直線 CD とのなす角 ACD を  $\alpha$  とすると、

$$L \cdot \sin \alpha = P \quad (12)$$

なる関係が成立する。

20 情報記録読み取りヘッド 110 は、2 個のプローブ 131a 及び 131b が 1 のトラック上に位置し、残りの 2 個のプローブ 131c 及び 131d が、当該 1 のトラックに隣接する他のトラック上に位置するように、情報記録媒体 101 に対して位置決めされている。換言すれば、情報記録読み取りヘッド 110 は、図 15 中の平行四辺形の底辺 AC とトラックとが角度  $\alpha$  で交わるように、位置決めされている。

次に、記録処理回路 140 の内部構成及び動作について説明する。図 16 は記録処理回路 140 の内部構成を示している。図 16 に示すように、記録処理回路 140 は、第 1 記録信号発生器 141、第 1 読取信号復調器 142、信号

比較器 143、第2読取信号復調器 144、第2記録信号発生器 145を備えている。

第1記録信号発生器 141は、スイッチ 113a、第1インダクタ 114aを介して、情報記録読取ヘッド 110のプローブ 131aに通じる経路に接続されている（図 14 参照）。第1記録信号発生器 141は、外部から、情報記録媒体 101に記録すべき情報（以下、これを「記録情報」という。）を受け取り、この情報に対応する記録信号  $W_{s1}$  を生成し、これをプローブ 131aに向けて出力する。また、第1記録信号発生器 141は、信号比較部 143にもそれぞれ接続されており、記録情報をこれら信号比較部 143に供給する。

第1読取信号復調器 142は、信号検出器 119bの出力側に接続されている。信号検出器 119bは、情報記録読取ヘッド 110のプローブ 131bの先端部が対向する記録面 101c上の部位に記録された情報を検出し、これを読取信号  $R_{s2}$  として出力する。第1読取信号復調器 142は、この読取信号  $R_{s2}$  を受け取り、これを復調し、復調された読取信号  $R_{s2}$  を再生情報として信号比較部 143に供給する。

信号比較部 143は、第1記録信号発生器 141から供給された記録情報と、第1読取信号復調器 142から供給された再生情報とを比較し、両者が一致するか否かを調べる。記録情報と再生情報とが一致しないときには、当該記録情報が情報記録媒体 101の記録面 101cに正しく記録されていないことが予測される。そこで、記録情報と再生情報とが一致しないとき、信号比較部 143は、当該記録情報が誤って又は不完全に記録されている記録面 101c上の位置（又は当該記録情報を記録すべきであった記録面 101c上の位置）を示す位置情報を第2読取信号復調器 144に供給する。また、このとき、記録情報のうち、正しく記録されなかった部分を指示するアドレス情報が、図示しないマイクロコンピュータ等によって記憶保持される。

第2読取信号復調器 144は、信号検出器 119cの出力側に接続されている。信号検出器 119cは、プローブ 131cの先端部が対向する記録面 101c上の部位に記録された情報を検出し、これを読取信号  $R_{s3}$  として出力す

る。第2読取信号復調器144は、この読取信号R<sub>s</sub>3を受け取り、これを復調し、復調された読取信号R<sub>s</sub>3に基づいて、記録面101c上におけるプローブ131cの先端部の現在位置を認識する。さらに、第2読取信号復調器144は、信号比較器143から出力された位置情報を受け取り、この位置情報の指し示す位置に対応する記録面101c上の部位を探る。すなわち、情報記録読取ヘッド110のプローブ131aとプローブ131cは、互いに隣接した2個のトラック上にそれぞれ位置しており(図15参照)、また、情報記録媒体101が1回転することにより、情報記録読取ヘッド110が情報記録媒体101の半径方向にトラックピッチPだけ移動する。したがって、記録面101c上において、プローブ131aの先端部が対向していた部位は、情報記録媒体101がほぼ1回転することにより、プローブ131cの先端部が対向する位置に移動する。したがって、プローブ131aにより記録情報が誤って又は不完全な状態で記録面101c上に記録されてから、情報記録媒体101がほぼ1回転すると、その誤った又は不完全な記録情報が記録された記録面101c上の部位が、プローブ131cの先端部の対向する位置にくることになる。第2読取信号復調器144は、位置情報が指し示す位置に対応する記録面101c上の部位を探るべく、記録面101c上におけるプローブ131cの先端部の現在位置と、位置情報の指し示す位置とが一致するか否かを判定する。そして、両者が一致したときには、第2読取信号復調器144は、再記録命令信号を第2記録信号発生器145に出力する。

第2記録信号発生器145は、スイッチ113d、第1インダクタ114dを介して、情報記録読取ヘッド110のプローブ131dに通じる経路に接続されている(図14参照)。第2記録信号発生器145は、第2読取信号復調器144から出力された再記録命令信号に従って、マイクロコンピュータに記憶保持されたアドレス情報の指し示す記録情報を外部から取得し、当該記録情報に対応する記録信号W<sub>s</sub>2を生成し、これを位置情報の指し示す位置に対応する記録面101c上の部位に、プローブ131dを介して記録する。なお、位置情報の指し示す位置に対応する記録面101cの部位は、プローブ131

c とプローブ 1 3 1 d との間隔が予めわかっているので、情報記録媒体 1 0 1 の記録面 1 0 1 c 上に予め記録されたクロック情報等を取得し、そのクロック情報に基づくクロックをカウントすることにより、特定することができる。また、再記録する記録情報の単位は、所定長さの情報からなるブロック単位でもよいし、情報のビット、バイト又はワード単位でもよい。

このように、情報記録讀取ヘッド 1 1 0 のプローブ 1 3 1 a 及びプローブ 1 3 1 b を 1 のトラック上に位置させ、かつプローブ 1 3 1 c 及びプローブ 1 3 1 d を当該 1 のトラックと隣接する他のトラック上に位置させ、プローブ 1 3 1 a によって記録情報を記録し、このプローブ 1 3 1 a によって記録された記録情報をプローブ 1 3 1 b によって直ちに読み取り、この読み取った情報に基づいて、プローブ 1 3 1 a による記録の不良を検出し、プローブ 1 3 1 d によって記録情報を再記録する構成としたから、記録情報の記録精度を高めることができる。また、かかる構成によれば、トラックジャンプをせずに、記録情報の不良検出及び再記録を実行することができるので、記録情報の記録速度を高めることができる。

次に、再生処理回路 1 5 0 の内部構成及び動作について説明する。図 1 7 は再生処理回路 1 5 0 の内部構成を示している。図 1 7 に示すように、再生処理回路 1 5 0 は、増幅器 1 5 1 ないし 1 5 4 、第 1 信号処理部 1 5 5 、第 2 信号処理部 1 5 6 、及び、並列再生処理部 1 5 7 を備えている。

第 1 信号処理部 1 5 5 は、2 個の入力端子を有しており、そのうちの一方の入力端子は、増幅器 1 5 1 を介して信号検出器 1 1 9 a の出力側に接続されている。信号検出器 1 1 9 a は、情報記録讀取ヘッド 1 1 0 のプローブ 1 3 1 a の先端部が対向する記録面 1 0 1 c 上の部位に記録された情報を検出し、これを読み取信号 R s 1 として出力する。第 1 信号処理部 1 5 5 は、この読み取信号 R s 1 を受け取る。また、第 1 信号処理部 1 5 5 の他方の入力端子は、増幅器 1 5 2 を介して信号検出器 1 1 9 b の出力側に接続されている。信号検出器 1 1 9 b は、情報記録讀取ヘッド 1 1 0 のプローブ 1 3 1 b の先端部が対向する記録面 1 0 1 c 上の部位に記録された情報を検出し、これを読み取信号 R s 2 とし

て出力する。第1信号処理部155は、この読み取信号R<sub>s</sub>2を受け取る。さらに、第1信号処理部155は、読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2のそれぞれのレベルを、所定の基準レベルと比較する。そして、読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2のそれぞれのレベルが双方とも基準レベルに達しているときには、両信号の時間差を調整した上で、これらを互いに加算する。プローブ131aとプローブ131bはいずれも同一のトラック上に位置しているので、プローブ131a及び131bにより取得される読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2は、プローブ131aと131bとの間の距離に対応する時間差はあるものの、その内容は同一である。したがって、両信号の時間差を調整した上で、両者を互いに加算することにより、個々の読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2の振幅と比較しておよそ2倍の振幅を有する信号(以下、これを「読み取加算信号」という。)が得られる。

一方、第1信号処理部155が、読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2のそれぞれのレベルを基準レベルと比較した結果、読み取信号R<sub>s</sub>1、R<sub>s</sub>2のうち、いずれか一方又は双方の読み取信号のレベルが基準レベルに達していないときには、第1信号処理部155は、両信号のうち、レベルの高い方を選択する(以下、このようにして選択された信号を「読み取選択信号」という。)。そして、第1信号処理部155は、読み取加算信号又は読み取選択信号を並列再生処理部157に供給する。

第2信号処理部156は、2個の入力端子を有しており、そのうちの一方の入力端子は、増幅器153を介して信号検出器119cの出力側に接続されている。信号検出器119cは、プローブ131cの先端部が対向する記録面101c上の部位に記録された情報を検出し、これを読み取信号R<sub>s</sub>3として出力する。第2信号処理部156は、この読み取信号R<sub>s</sub>2を受け取る。また、第2信号処理部156の他方の入力端子は、増幅器154を介して信号検出器119dの出力側に接続されている。信号検出器119dは、プローブ131dの先端部が対向する記録面101c上の部位に記録された情報を検出し、これを読み取信号R<sub>s</sub>4として出力する。第2信号処理部156は、この読み取信号R<sub>s</sub>4を受け取る。そして、第2信号処理部156は、読み取信号R<sub>s</sub>3、R<sub>s</sub>4の

それぞれのレベルを、所定の基準レベルと比較し、上述した第1信号処理部155と同様に、読み取り加算信号又は読み取り選択信号を得て、これを並列再生処理部157に供給する。

並列再生処理部157は、第1信号処理部155から供給された1のトラックに係る読み取り加算信号又は読み取り選択信号と、第2信号処理部156から供給された他のトラックに係る読み取り加算信号又は読み取り選択信号との再生タイミング等を調整し、1つの連続した再生信号として整えた後に、これを外部に出力する。

このように、情報記録読み取りヘッド110のプローブ131a及びプローブ131b(131c及び131d)を1のトラック(他のトラック)上に位置させ、プローブ131a及び131b(131c及び131d)によって1のトラック(他のトラック)上に記録された情報をそれぞれ読み取り、双方の読み取り信号が十分なレベルをもって読み取ることができたときには、両者を加算してより大きなレベルの信号を取得し、これに基づいて情報の再生を行う構成としたから、情報の再生精度を高めることができる。また、読み取り信号の一方又は双方のレベルが不十分のときには、両者のうち、レベルの高い方の読み取り信号を選択し、これに基づいて情報の再生をする構成としたから、読み取り信号が何らかのトラブルにより十分に取得することができない場合でも、できる限り情報の再生の精度を高めることができる。さらに、このような再生動作を、1のトラックと、それに隣接する他のトラックとについて同時に行う構成としたから、情報の再生速度を高めることができる。

なお、上述した実施例では、記録処理回路140において、信号検出回路119bから得られた読み取り信号Rs2を第1読み取り信号復調器142によって復調することによって再生情報を得て、これと記録情報とを比較する構成としたが、本発明はこれに限らず。第1記録信号発生器141により生成された記録信号Ws1と、信号検出器119bから得られた読み取り信号Rs2とを直接比較する構成としてもよい。

また、上述した実施例では、情報の記録・不良検出・再記録の動作を実現するにあたり、プローブ131cを用いて位置検出を行い、プローブ131dを

用いて再記録を行う構成としたが、本発明はこれに限らず、プローブ 131c のみを用いて、位置検出と再記録を行う構成としてもよい。具体的には、図 14 に示す情報記録再生装置 100において、スイッチ 113c をスイッチ 113d のような 2 個の入力端子を切り替える機能を有するスイッチに置き換え、  
5 記録信号 Ws2 をそのスイッチの一方の入力端子に供給する経路を設ける。そして、位置検出時と再記録時とで、スイッチの入力端子を切り替えながら、両動作を順次行う。かかる構成によれば、プローブ 131d を廃することもできるが、プローブ 131d を再記録が正しく行われたか否かの確認（再不良検出）に用いれば、情報の記録精度をより一層高めることができる。

10 また、上述した実施例では、ディスク状の情報記録媒体 101 を用いる場合を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、カード状の情報記録媒体を用いる構成としてもよい。

さらに、上述した実施例では、情報記録読取ヘッド 110 に 4 個のプローブ 131a ないし 131d を設ける場合を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、  
15 より多数のプローブを設ける構成としてもよい。この場合には、互いに隣接する 4 個のプローブを、それらの先端部により平行四辺形が形成され、かつ上記数式 (11) 又は数式 (12) を充たすように配置する。多数のプローブをこのような配置にすれば、同一のトラックについて複数のプローブが割り当てられる事となるので、これらのプローブの一部に製造上の不良や、経時劣化による故障が生じても、他のプローブを介して情報の記録読取を十分に行うことができる。したがって、情報記録読取ヘッドの製造時において、プローブの一部に不良があつても、他の正常なプローブによって製品としての品質に問題がなければ、これを良品として取り扱うことができる。これにより、歩留まりを良くすることができる。また、経時劣化によりプローブの一部に故障が生じても、他のプローブが正常であれば、結果的にみて、情報の記録再生動作に支障がない。したがって、情報記録読取ヘッドの耐久性を高め、寿命を延ばすことができる。

さらに、上述した実施例では、情報記録読取ヘッドの記録読取素子として、

カーボンナノチューブにより形成された棒状のプローブを採用した場合を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、図18に示す情報記録読取ヘッド160のように、支持基板161にカンチレバー162aないし162dを配する構成としてもよい。

5 また、プローブは媒体から離れておかれる場合を説明したが、媒体に接触する構成としてもよい。

図18に示す情報記録読取ヘッド160のカンチレバー162aないし162dは、それぞれの記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、直線ABと直線CDとが平行で、かつ、直線ACと直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、直線ACの長さLに対する直線CDの長さKの比をnとし、直線ACを底辺としたときの平行四辺形の高さをHとし、トラックピッチをPとすると、上記数式(11)なる関係が成立するように、支持基板161に配置されている。さらに、カンチレバー162aないし162dは、

$$(n^2 \cdot K^2 / L^2) + (H^2 / K^2) \neq 1 \quad (n \text{ は自然数}) \quad (13)$$

15 なる関係が成立するように、支持基板161に配置されている。

これにより、カンチレバー162a及び162bを1のトラック上に位置させ、かつカンチレバー162c及び162dを当該1のトラックに隣接する他のトラック上に位置させることができる。さらに、カンチレバー162aないし162dが正方形状に並ぶことを防止できる。これにより、図18に示すように、各カンチレバー162aないし162dに接続する信号線163aないし163dを直線状に形成することができる。したがって、信号線163aないし163dを短くでき、それらの配置設計及び形成を容易ならしめることができる。

なお、上述の各実施例では、トラックピッチPを一定値としているが、これは記録エリアごとに可変であったり、複数の記録層をもち、これらの層ごとに異なっていてもよく、上述の数式(1)、(4)、(5)、または(6)その他、上述の実施形態または実施例として記載した条件をみたす構成が一部にでも存在すれば、その領域で効果を発揮する。

本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置もまた本発明の技術思想に含まれるものである。

5

#### 産業上の利用可能性

本発明に係る情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置は、情報の高密度・大容量の記録を可能とするメモリ、ストレージデバイスその他種々の記録装置、再生装置に利用可能である。また、本発明に係る情報記録読取ヘッド及び情報記録再生装置は、コンピュータ、オーディオ装置、自動車、航空機、医療機器、  
10 ロボット、制御装置、携帯通信機器などに搭載することにより、これらの機器の情報記録手段として利用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ト ラ ッ ク ピ ッ チ が P の ト ラ ッ ク を 有 す る 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 情 報 を 記 録 し、又 は 前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 記 録 さ れ た 情 報 を 読 み 取 る 情 報 記 録 読 取 ヘ ッ ド で あ つ て、  
支 持 部 と、  
前 記 支 持 部 に 支 持 さ れ、前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 前 記 情 報 を 記 録 し、又 は 前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 記 録 さ れ た 前 記 情 報 を 読 み 取 る 4 個 以 上 の 記 録 読 取 素 子 と を 備 え、  
10 前 記 記 録 読 取 素 子 の う ち、少 な く と も 4 個 の 記 録 読 取 素 子 は、そ れ ぞ れ の 記 録 読 取 素 子 の 記 録 読 取 端 部 の 位 置 を A、B、C、D と す る と、A 及 び B を 結 ぶ 直 線 A B と C 及 び D を 結 ぶ 直 線 C D と が 平 行 で、かつ、A 及 び C を 結 ぶ 直 線 A C と B 及 び D を 結 ぶ 直 線 B D と が 平 行 の 平 行 四 辺 形 が 形 成 さ れ、前 記 直 線 A C の 長 さ に 対 す る 前 記 直 線 A B の 長 さ の 比 を  $\eta$  と し、前 記 直 線 A C を 底 辺 と し  
15 と き の 前 記 平 行 四 辺 形 の 高 さ を H と す る と、  
$$H = \eta \cdot P$$
なる 関 係 が 成 立 す る よ う に、前 記 支 持 部 に 配 置 さ れ て い る こ と を 特 徴 と す る 情 報 記 録 読 取 ヘ ッ ド。  
20 2. ト ラ ッ ク ピ ッ チ が P の ト ラ ッ ク を 有 す る 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 情 報 を 記 録 し、又 は 前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 記 録 さ れ た 情 報 を 読 み 取 る 情 報 記 録 読 取 ヘ ッ ド で あ つ て、  
支 持 部 と、  
前 記 支 持 部 に 支 持 さ れ、前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 前 記 情 報 を 記 録 し、  
25 又 は 前 記 情 報 記 録 媒 体 の ト ラ ッ ク に 記 録 さ れ た 前 記 情 報 を 読 み 取 る 4 個 以 上 の 記 録 読 取 素 子 と を 備 え、  
前 記 記 録 読 取 素 子 の う ち、少 な く と も 4 個 の 記 録 読 取 素 子 は、そ れ ぞ れ の 記 録 読 取 素 子 の 記 録 読 取 端 部 の 位 置 を A、B、C、D と す る と、A 及 び B を 結 ぶ

直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さをLとし、前記直線ACと前記直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とすると、

$$L \cdot \sin \alpha = P$$

5 なる関係が成立するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする情報記録読取ヘッド。

3. トランクピッチがPのトランクを有する情報記録媒体のトランクに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトランクに記録された情報を読み取る情報記

10 録読取ヘッドであつて、

支持部と、

前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトランクに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトランクに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、

15 前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それぞれの記録読取素子の記録読取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さに対する前記直線ABの長さの比を $\eta$ とし、前記直線ACを底辺としたときの前記平行四辺形の高さをHとすると、

$$H = m \cdot \eta \cdot P \quad (\text{ただし、} m \text{は自然数})$$

なる関係が成立するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする情報記録読取ヘッド。

25 4. トランクピッチがPのトランクを有する情報記録媒体のトランクに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトランクに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであつて、

支持部と、

前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読み取素子とを備え、

前記記録読み取素子のうち、少なくとも4個の記録読み取素子は、それぞれの記録読み取素子の記録読み取端部の位置をA、B、C、Dとすると、A及びBを結ぶ直線ABとC及びDを結ぶ直線CDとが平行で、かつ、A及びCを結ぶ直線ACとB及びDを結ぶ直線BDとが平行の平行四辺形が形成され、前記直線ACの長さをLとし、前記直線ACと前記直線CDとのなす角ACDを $\alpha$ とする  
5 と、

10  $L \cdot \sin \alpha = m \cdot P$  (ただし、mは自然数)

なる関係が成立するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする情報記録読み取ヘッド。

5. 前記少なくとも4個の記録読み取素子は、前記直線ACの長さをLとし、前  
15 記直線CDの長さをKとすると、

$(n^2 \cdot K^2 / L^2) + (H^2 / K^2) \neq 1$  (nは自然数)

なる関係が成立するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録読み取ヘッド。

20 6. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読み取ヘッドであって、

支持部と、

前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る3個以上の記録読み取素子とを備え、

前記記録読み取素子のうち、少なくとも3個の記録読み取素子は、それら3個の記録読み取素子のうちの2個の記録読み取素子の記録読み取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記3個の記録読み取素子のうちの残りの1個の記録読み取

素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする情報記録読取ヘッド。

7. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を読み取る情報記録読取ヘッドであって、

支持部と、

前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、

10 前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それら4個の記録読取素子のうちの2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記4個の記録読取素子のうちの残りの2個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配置されていることを特徴とする情報記録読取ヘッド。

15

8. 前記少なくとも4個の記録読取素子のうち、前記1のトラック上に位置決めした2個の記録読取素子の記録読取端部をそれぞれR、Sとして、前記他のトラックに位置決めした2個の記録読取素子の記録読取端部をT、Uとすると、R及びSを結んだ直線RSとT及びUを結んだ直線TUとが平行で、R及びTを結んだ直線RTとS及びUを結んだ直線SUとが平行の平行四辺形が形成されるように、前記少なくとも4個の記録読取素子が前記支持部に配置されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の情報記録読取ヘッド。

9. 前記1のトラックと前記他のトラックとは、互いに隣接していることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の情報記録読取ヘッド。

10. 前記記録読取素子はプローブであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録読取ヘッド。

1 1. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、

支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る  
5 2個以上の記録讀取素子とを備え、前記記録讀取素子のうち、少なくとも2個の記録讀取素子は、それらの記録讀取端部が1のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報記録讀取ヘッドと、

前記情報を前記2個の記録讀取素子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介  
10 して前記情報記録媒体のトラックに記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える信号印加手段と、

前記信号印加手段によって前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を前記2個の記録讀取素子のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る情報記録讀取手段と

15 を備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

1 2. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、

支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る  
20 3個以上の記録讀取素子とを備え、前記記録讀取素子のうち、少なくとも3個の記録讀取素子は、それら3個の記録讀取素子のうちの2個の記録讀取素子の記録讀取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記3個の記録讀取素子のうちの残りの1個の記録讀取素子の記録讀取端部が他のトラック上に位置  
25 するように前記支持部に配置されている情報記録讀取ヘッドと、

前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して前記1のトラックに記録するために、前記情報に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える第1信号印加手段と、

前記第1信号印加手段によって前記1のトラックに記録された前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録読取素子のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る情報読取手段と、

前記情報読取手段により読み取られた前記情報に基づいて、前記第1信号印  
5 加手段による前記情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段と、

前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われていないときには、前記情報を前記残りの1個の記録読取素子を介して前記1のトラックに再び記録するために、前記情報に対応した信号を当該残りの1個の記録読取素子に加える第2信号印加手段と

10 を備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

1 3. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、

支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録読取素子とを備え、前記記録読取素子のうち、少なくとも4個の記録読取素子は、それら4個の記録読取素子のうちの2個の記録読取素子の記録読取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記4個の記録読取素子のうちの残りの2個の記録読取素子の記録読取端部が他のトラック上に位置  
20 するように、前記支持部に配置されている情報記録読取ヘッドと、

前記情報の一部を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録読取素子のうちいずれか一方の記録読取素子を介して前記1のトラックに記録するために、前記情報の一部に対応した信号を当該一方の記録読取素子に加える第1信号印加手段と、

25 前記第1信号印加手段によって前記1のトラックに記録された前記情報の一部を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録読取素子のうちの他方の記録読取素子を介して直ちに読み取る第1情報読取手段と、

前記情報の他の一部を前記他のトラック上に位置する前記2個の記録読取素

子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して前記他のトラックに記録するために、前記情報の他的一部に対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える第2信号印加手段と、

前記第2信号印加手段によって前記他のトラックに記録された前記情報の他の一部を前記他のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る第2情報讀取手段と  
5 を備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

14. 情報記録媒体のトラックに情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報記録再生装置であって、  
10

支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに前記情報を記録し、又は前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る4個以上の記録讀取素子とを備え、前記記録讀取素子のうち、少なくとも4個の記録讀取素子は、それら4個の記録讀取素子のうちの2個の記録讀取素子の記録讀取端部を1のトラック上に位置決めしたときに、前記4個の記録讀取素子のうちの残りの2個の記録讀取素子の記録讀取端部が他のトラック上に位置するように、前記支持部に配置されている情報記録讀取ヘッドと、  
15

前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちいずれか一方の記録讀取素子を介して前記1のトラックに記録するために、前記情報を対応した信号を当該一方の記録讀取素子に加える第1信号印加手段と、  
20

前記第1信号印加手段によって前記1のトラックに記録された前記情報を前記1のトラック上に位置する前記2個の記録讀取素子のうちの他方の記録讀取素子を介して直ちに読み取る情報讀取手段と、

前記情報讀取手段により読み取られた前記情報に基づいて、前記第1信号印  
25 加手段による前記情報の記録が正しく行われたか否かを判定する判定手段と、

前記第1信号印加手段による前記情報の記録が正しく行われていないときは、前記情報を前記残りの2個の記録讀取素子のうちのいずれか一方の記録讀取素子を介して前記1のトラックに再び記録するために、前記情報に対応し

た信号を当該一方の記録読取素子に加える第2信号印加手段と、

前記第2信号印加手段により記録すべき前記情報の、前記1のトラック上における記録位置を、前記残りの2個の記録読取素子のうちの他方の記録読取素子を介して検出する記録位置検出手段と

5 を備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

15. 前記情報記録読取ヘッドは、請求の範囲第1項に記載の情報記録読取ヘッドであることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の情報記録再生装置。

10 16. 前記情報記録読取ヘッドは、請求の範囲第1項に記載の情報記録読取ヘッドであることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の情報記録再生装置。

17. 前記記録読取素子はプローブであることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の情報記録再生装置。

15

18. 情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、

支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る2個以上の読取素子とを備え、前記読取素子のうち、少

20 なくとも2個の読取素子は、それらの読取端部が1のトラック上に位置するように前記支持部に配置されている情報読取ヘッドと、

前記2個の読取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する2個の読取信号を取得する信号読取手段と、

25 前記信号読取手段により取得した2個の読取信号を、前記2個の読取素子の読取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段と、

前記信号加算手段により加算された読取信号に基づいて前記情報を再生する再生手段と

を備えたことを特徴とする情報再生装置。

19. 情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、

5 支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る2個以上の読み取素子とを備え、前記読み取素子のうち、少なくとも2個の読み取素子は、それらの読み取端部が1のトラック上に位置するよう前記支持部に配置されている情報読み取ヘッドと、

前記2個の読み取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記10 録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する2個の読み取信号を取得する信号読み取手段と、

前記信号読み取手段により取得した2個の読み取信号のうち、いずれか一方を選択する信号選択手段と、

前記信号選択手段により選択された読み取信号に基づいて前記情報を再生する15 再生手段と

を備えたことを特徴とする情報再生装置。

20. 情報記録媒体のトラックに記録された情報を再生する情報再生装置であって、

20 支持部と、前記支持部に支持され、前記情報記録媒体のトラックに記録された前記情報を読み取る2個以上の読み取素子とを備え、前記読み取素子のうち、少なくとも2個の読み取素子は、それらの読み取端部が1のトラック上に位置するよう前記支持部に配置されている情報読み取ヘッドと、

前記2個の読み取素子により、前記情報記録媒体のトラック上の同一位置に記25 録された同一の情報をそれぞれ読み取り、当該同一の情報に対応する2個の読み取信号を取得する信号読み取手段と、

前記信号読み取手段により取得された2個の読み取信号のレベルが、いずれも所定レベルに達しているときには、これら2個の読み取信号を、前記2個の読み取素

子の読み取時点のずれを補正した上で、相互に加算する信号加算手段と、

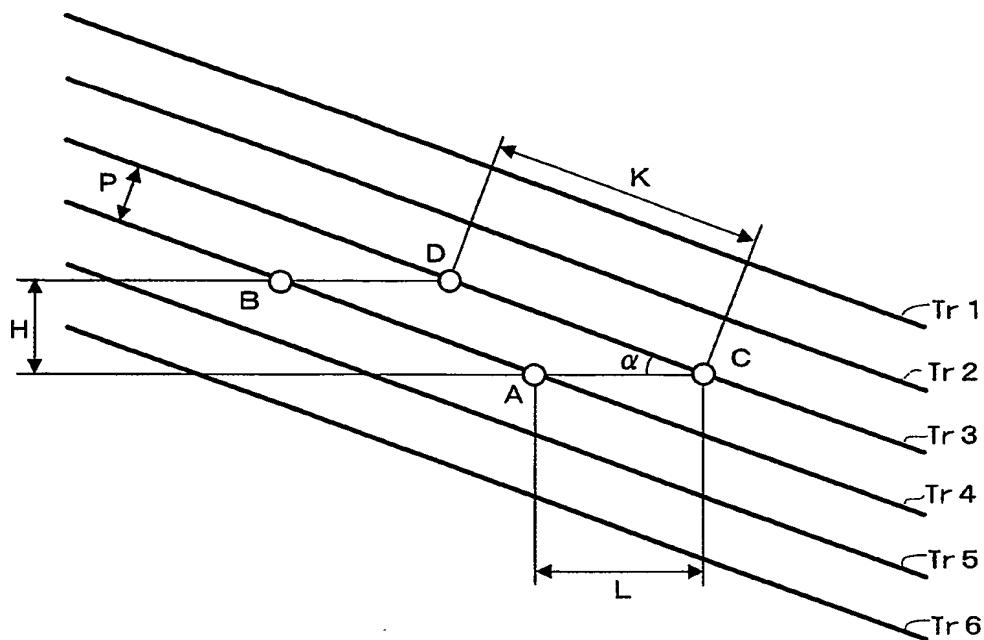
前記信号読み取手段により取得された2個の読み取信号のうち、いずれか一方又は双方の読み取信号のレベルが所定レベルに達していないときには、当該2個の読み取信号のうちレベルの高い方の読み取信号を選択する信号選択手段と、

5 前記信号加算手段により加算された読み取信号、又は、前記信号選択手段により選択された読み取信号に基づいて前記情報を再生する再生手段と  
を備えたことを特徴とする情報再生装置。

21. 前記読み取素子はプローブであることを特徴とする請求の範囲第18項に

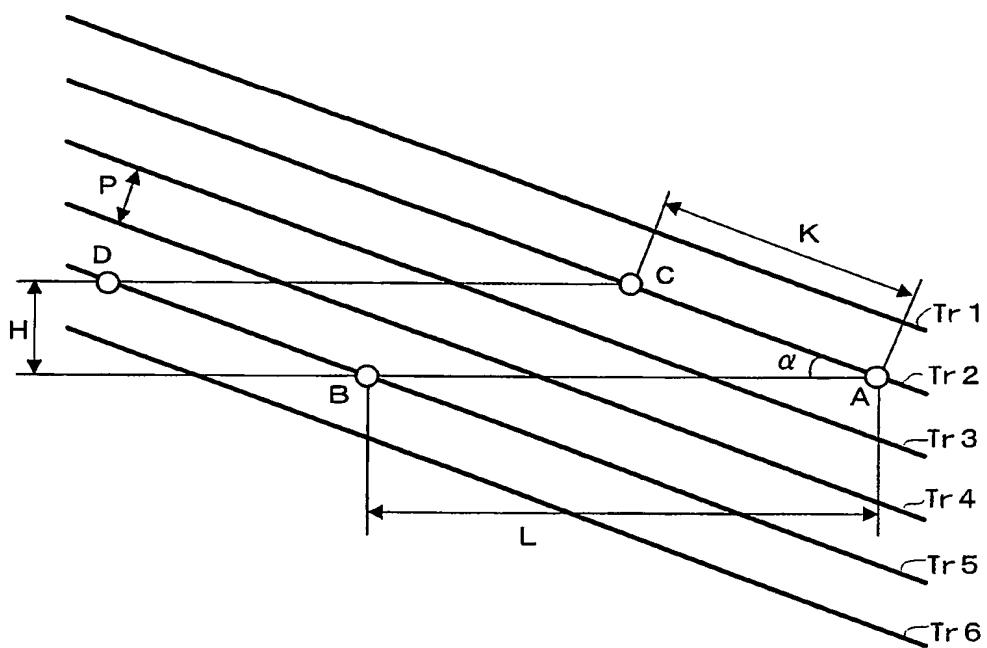
10 記載の情報再生装置。

図 1



2/15

図 2



3/15

四 3

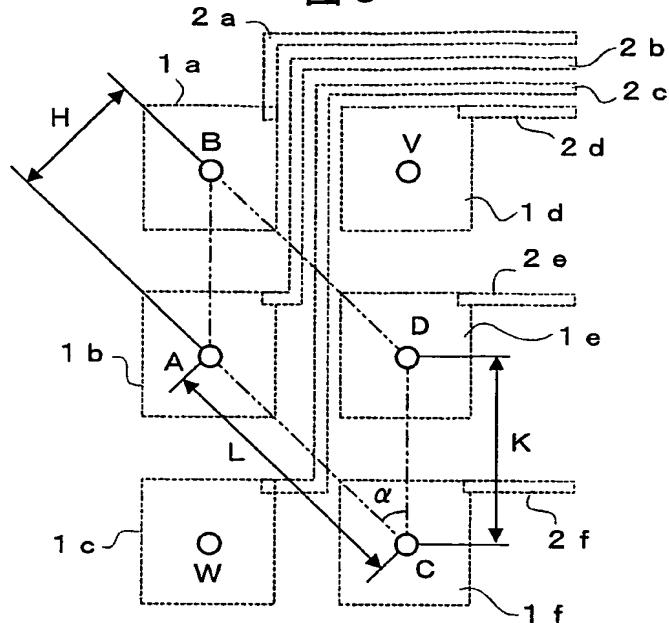
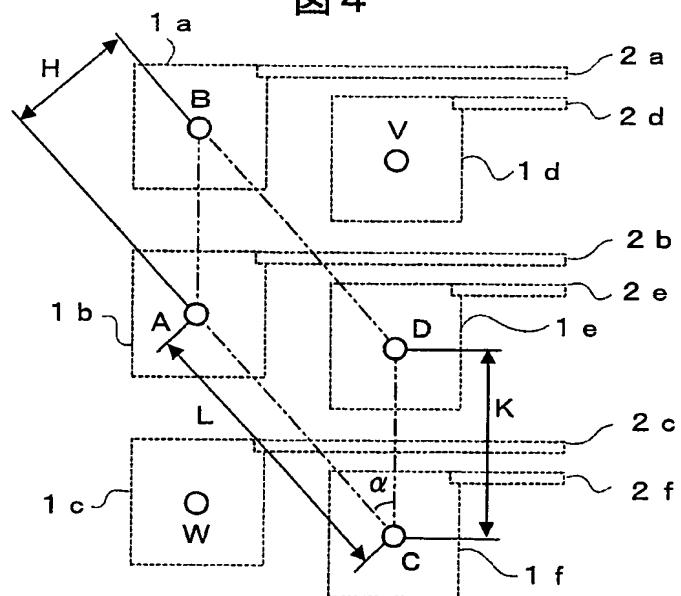


圖 4



4/15

図 5

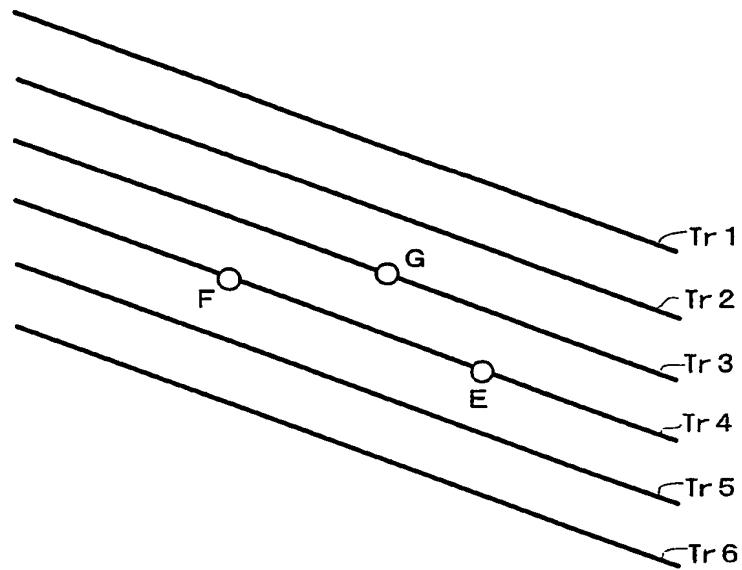


図 6

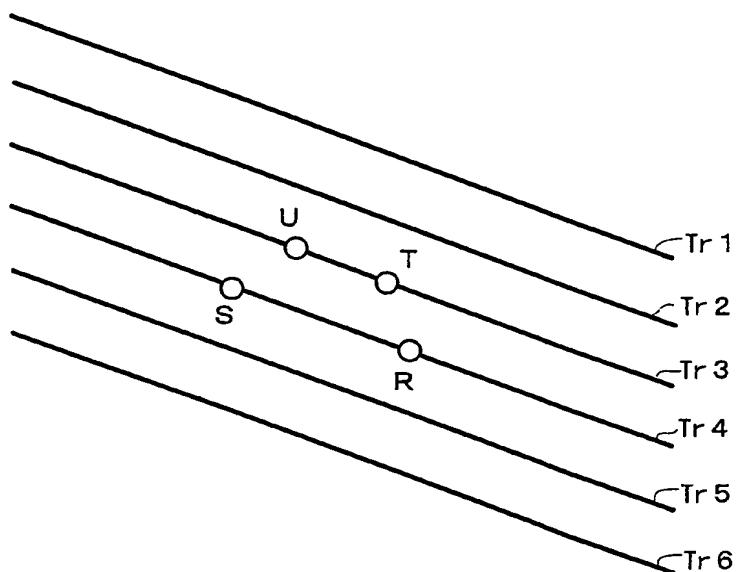
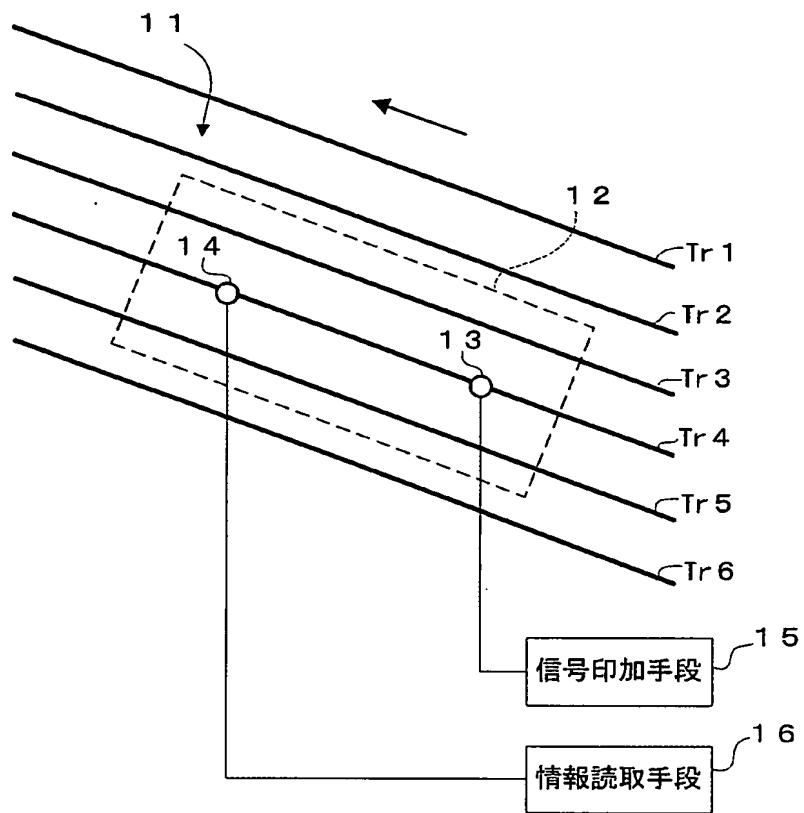
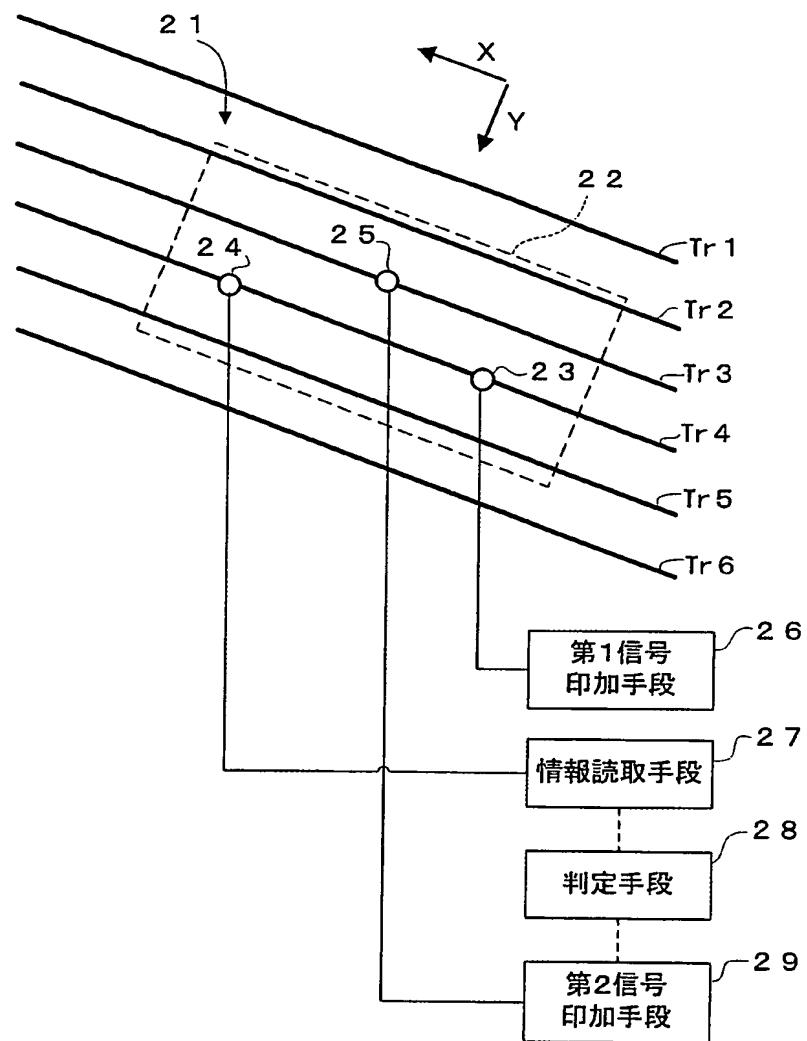


図 7



6/15

図 8



7/15

図 9

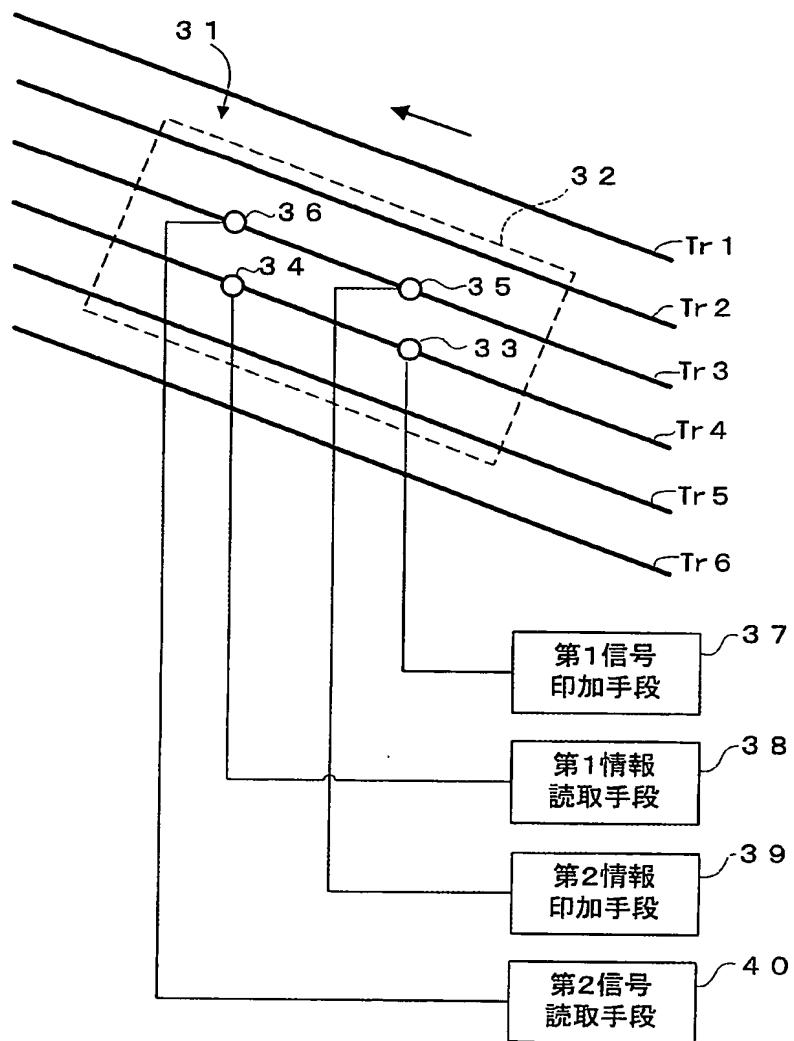


図 10

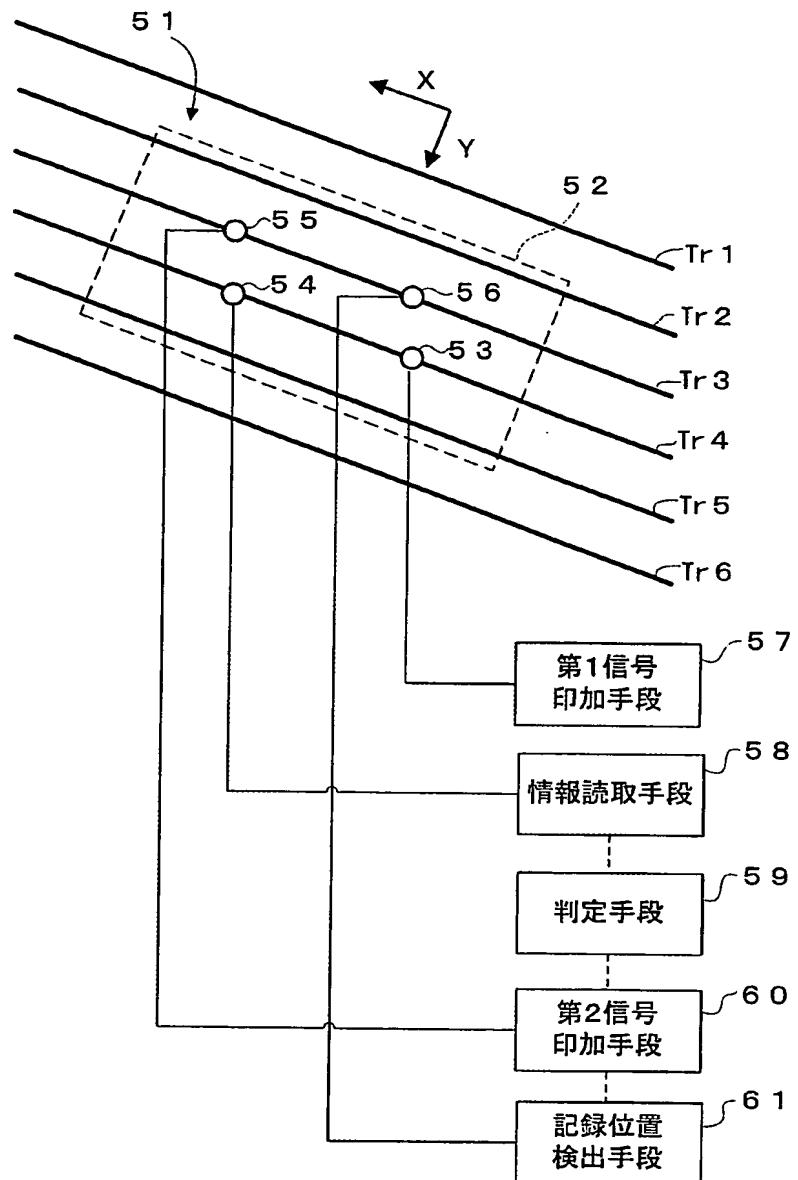
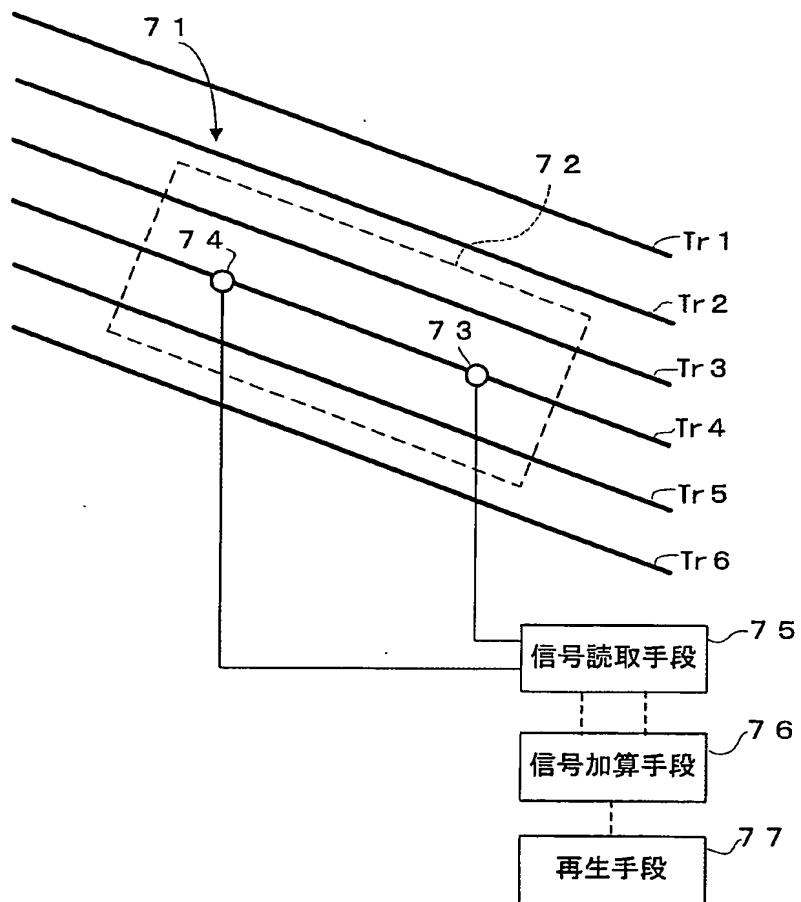
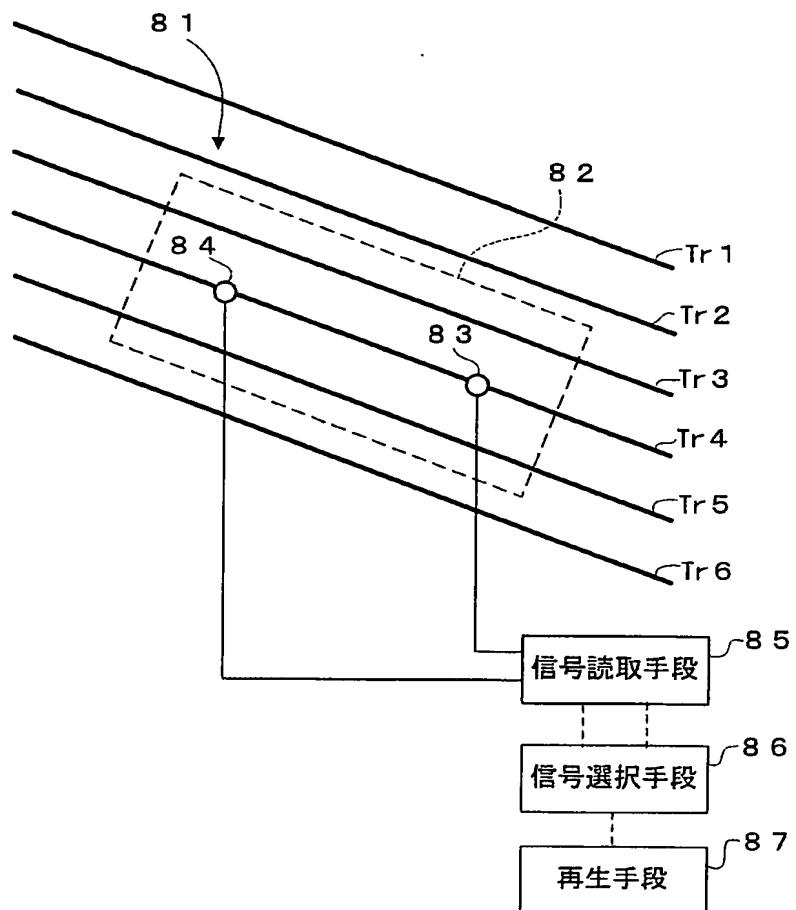


図 1 1



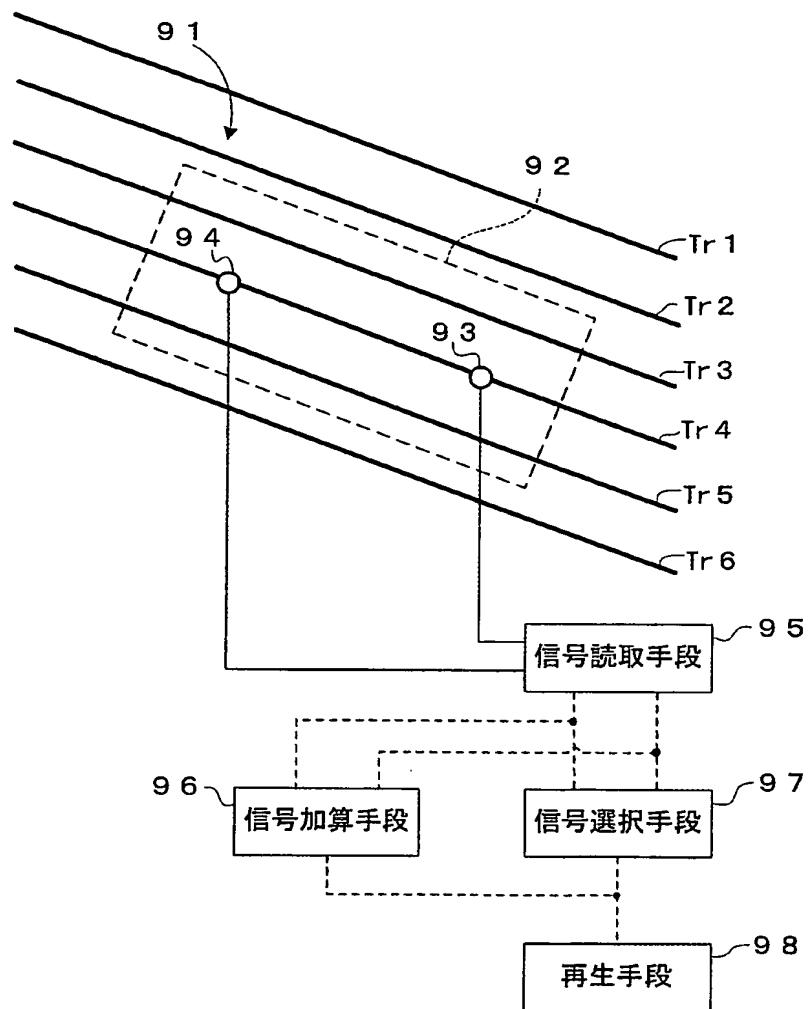
10/15

## 図 1 2

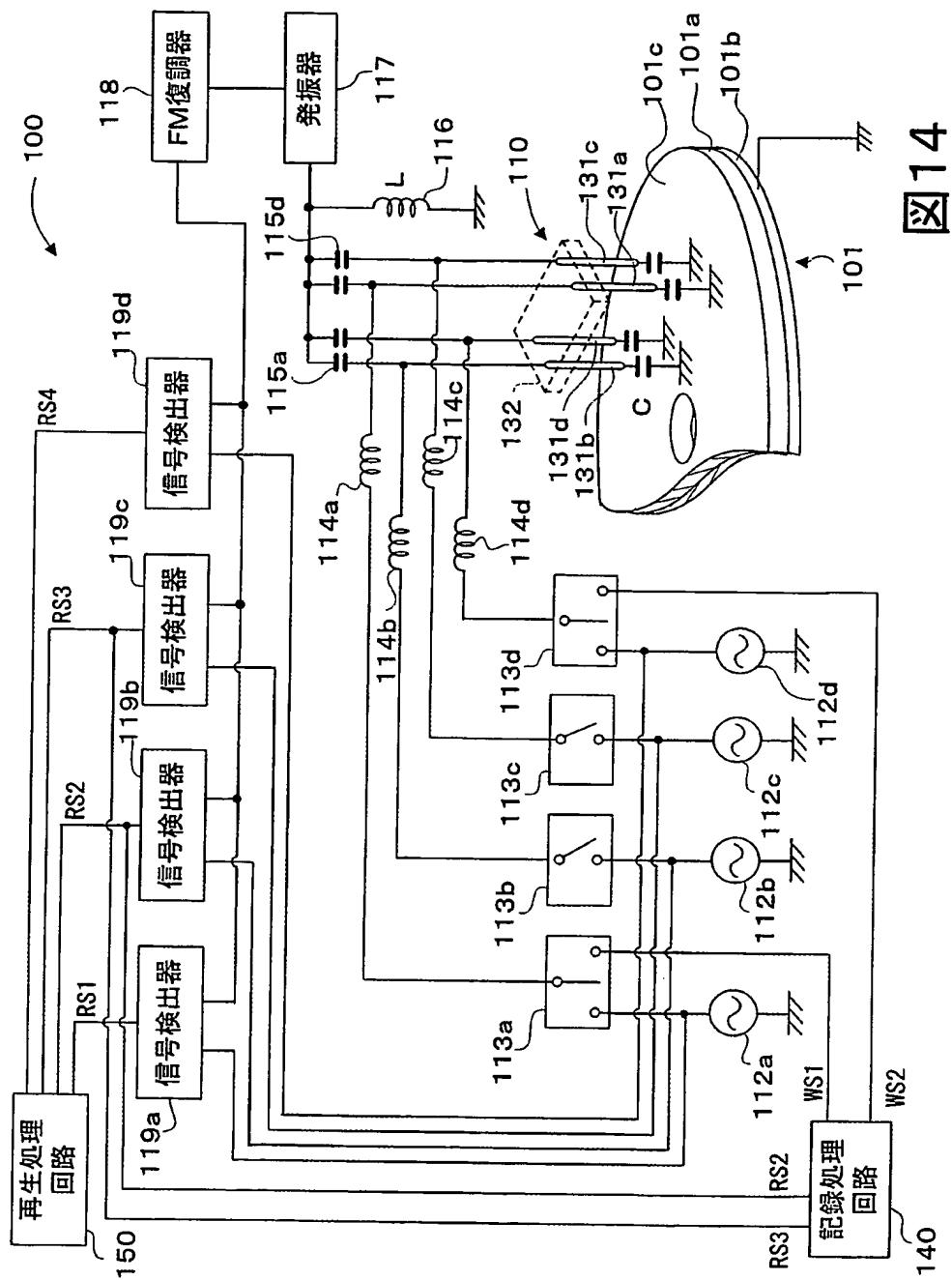


11/15

図 13

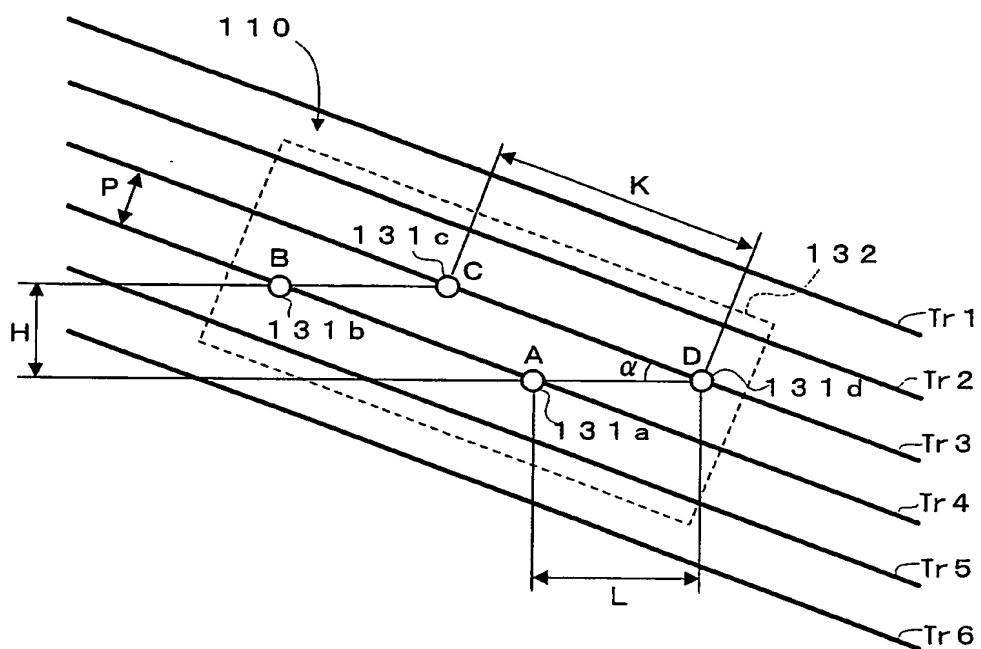


12/15



13/15

図 15



14/15

図 1 6

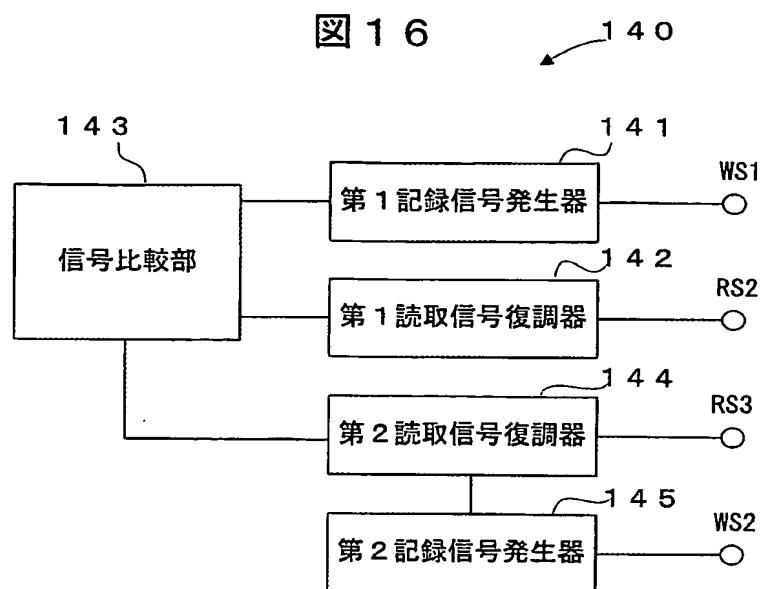


図 1 7

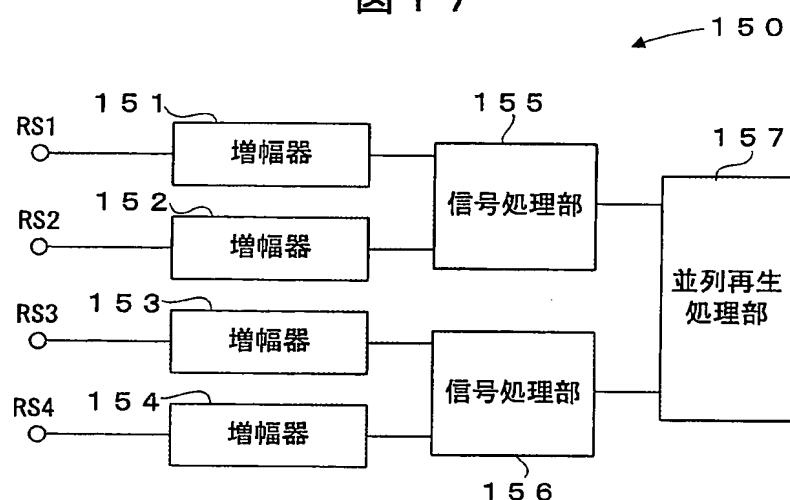
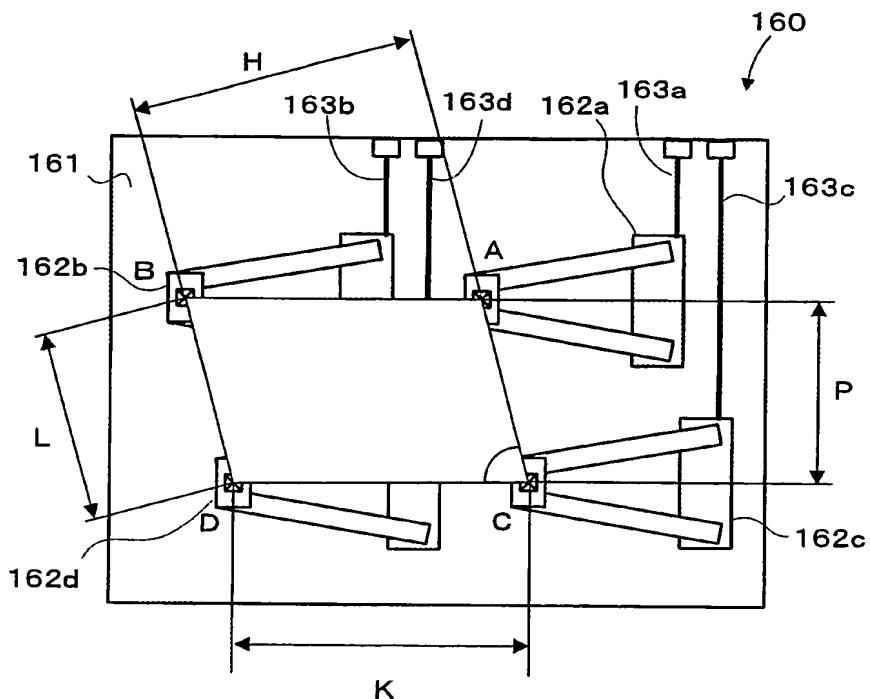


図18



## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G11B9/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G11B9/00-9/14

Int. C17 G11B7/12-7/22

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 4-115103 A (キヤノン株式会社) 1992.04.16, 第2頁左下欄第10行～第5頁右上欄第1行, 第1図, 第8-9図 (ファミリーなし)	1-4, 10
A		5
X	JP 10-143895 A (学校法人東海大学) 1998.05.29, 【0018】図8 & JP 10-172166 A & US 6084848 A1	1-4, 6-10
A		5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

19.03.04

## 国際調査報告の発送日

30.3.2004

## 国際調査機関の名称及び先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官(権限のある職員)

鈴木 勤

5D 3242

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C. (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
X	JP 5-159735 A (パイオニア株式会社) 1993. 06. 25, 【0016】～【0018】，図4 & US 5319198 A1	1-4, 6-10
A		5
Y	JP 7-210903 A (松下電器産業株式会社) 1995. 08. 11, 【0018】，図7 (ファミリーなし)	1-4, 6-10, 13, 15
A		12, 14, 16
X	JP 7-235086 A (株式会社ニコン) 1995. 09. 05, 【0017】～【0031】，図1-2	11, 17
Y	(ファミリーなし)	1-4, 6-10, 13, 15 18, 21
Y	JP 7-192343 A (日本電気株式会社) 1995. 07. 28, 【0006】～【0015】，図1-7 (ファミリーなし)	18, 21
A		19, 20

## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT第17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であって PCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 6, 9 は、記録読取素子が 3 個の装置における該素子の配置に関するものである。

請求の範囲 7, 8 は、記録読取素子が 4 個の装置における該素子の配置に関するものである。

請求の範囲 12、請求の範囲 13, 15、請求の範囲 14, 16 は、それぞれ別個の記録再生動作に関するものである。

請求の範囲 18, 21、請求の範囲 19、請求の範囲 20 は、それぞれ別個の情報再生方法を特徴とするものである。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。